DELL' ORIGINE, DE' PROGRESSI, E DELLO STATO ATTUALE D' OGNI LETTERATURA

DELL' ABATE

D. GIOVANNI ANDRES

SOCIO DELLA R ACCADEMIA DI MANTOVA

PARTE PRIMA

Che contiene le Scienze Naturali.

NUOVA EDIZIONE

DEDICATA A SUA ECCELLENZA IL SIG.

GIULIO CESARE ESTENSE TASSONI

AVALIERE DEL R. ORDINE DELLA CORONA DI FERRO

GIA' INCARICATO DI AFFARI NEL REGNO D' ITALIA

PRESSO L' IMPERIAL GOVERNO D' ETRURIA

EMBRO DELL' ACCADEMIA FIORENTINA, E DI ALTRE

SOCIETA' LETTERARIE &c. &c.

TOMO DUODECIMO.

IN PRATO 1812.

ELLA STAMPERÌA DI VINCENZO VESTRI

Con Approvazione.

LIBRO II.

DELLA FISICA.

La fisica, come dice Aristotele (*a*), ha nelle sue disquisizioni lo stesso soggetto che la matematica; i corpi naturali sono dall'una e dall' altra presi di mira; e sembra pertanto che possa la fisica aspirare alla stessa certezza e sicurèzza, di cui gode la matematica. Ma la matematica considera i corpi naturali meramente in astratto, e n' esamina solo le dimensioni, nè vede in essi che numeri, e linee, movimenti e figure, che può determinare con giustezza e precisione; dove che la fisica entra troppo minutamente a sviscerare ogni cosa, contempla la natura generale di tutti i corpi, e la particolare di ciascheduno, ne ricerca gli attributi e le proprietà, ne studia le forze e le virtù, ne osserva l' interna e l' esterna costituzione, e vuol fare una distinta anatomìa di tutti quanti i diversi corpi della natura. Quindi la complicatezza

(*a*) *De natur. auscult.* lib. II.

delle ricerche produce l' oscurità della fisica, come all' opposto nelle matematiche nasce dalla semplicità l' evidenza, e chiarezza, e si fanno dalle matematiche molte infallibili scoperte, mentre la fisica appena produce che contrastate opinioni. Noi pertanto trascorreremo più brevemente la fisica che non abbiamo fatto la matematica; e per non moltiplicare divisioni abbraccieremo sotto il nome di quella tutte le scienze, che prendono per oggetto l' esame de' corpi naturali; e lasciando l' astronomìa, e l' altre parti delle matematiche miste, che pur possono appartenere alla fisica, ma che sono state già da noi trattate nelle matematiche, dove si riportano comunemente, comprenderemo in questo libro non solo quegli studj, che sogliono intendersi col nome di fisica, ma la chimica eziandio, la storia naturale, e la medicina, che non sono realmente che diverse parti della fisica, e che formano tutte insieme una fisica completa

CAPITOLO I.

Della Fisica generale.

Origine della fisica.

I primi pensieri degli uomini, dopo avere provveduto al corporale sostentamento, si saranno rivolti a contemplare se stessi, ad esaminare le cose, che loro stavano attorno, a riguardare gli astri, che gl' illuminavano notte e dì, a studiare in somma la fisica; e tutte le antiche nazioni, che ottennero fama di qualche cultura, non avranno tralasciato di fare su' corpi naturali alcune osservazioni, e d' acquistare alcune fisiche cognizioni. Infatti tutta l' antica mitologia si vuole da molti doversi riportare alla fisica, nè altro essere Osiride, ed Iside, e Giove, e Giunone, e Vulcano, e gli altri Dei, che soggetti di fisica esposti dagli antichi sotto il velo della favola per allettamento del rozzo popolo, e consecrati così all' immortalità pel mezzo della religione. Gli antichi poeti prendevano per argomento de' loro canti la cosmogonìa, la creazione del cielo e della terra, la formazione delle cose, la costituzione dell' universo. Ed in tutte le nazioni quelle persone, che avevano celebrità di dottrina, vantavano speculazioni, e notizie su le operazioni della natura. Ma questi erano soltanto pensieri vaghi ed astratti, idee sciolte e slegate, discorsi generali, opinioni infondate: non formavano un combinato, e connesso sistema,

Scuole greche.

non presentavano una filosofica teorìa. Dalle sette greche prese origine la scienza della natura; e le scuole di Mileto, e di Crotone furono realmente la culla della fisica: là si fecero osservazioni, si cercarono ragioni, da particolari cognizioni si levarono opinioni generali, s'immaginarono, e si fondarono in qualche modo universali sistemi, e nacque in somma la fisica. Talete fu il primo, che stabilisse una scuola filosofica, e Talete, dice Cicerone (*a*), fu parimente il primo, che facesse perquisizioni su le cose naturali: egli formò il suo sistema, e fissò per principio di tutto l'acqua; come Anassimene della stessa scuola prese poi l'aria, ed altri elementi. Al tempo stesso fondava Pitagora nell'Italia un altra scuola filosofica, ed anch'egli parimente s'occupava co' suoi discepoli nell'esame de' corpi naturali, e ne proponeva altri principj (*b*). Così tutti gli antichi in varie guise immaginavano i loro sistemi per ispiegare la formazione de' corpi, e la costituzione dell'universo, e tutti dedicavano la loro attenzione alle fisiche speculazioni. Infatti la fisica fu realmente lo studio degli antichi filosofi, le diverse opinioni fisiche facevano i caratteristici distintivi delle diverse sette, e la discussione di quelle opinioni era l'esercizio delle filosofiche scuole. Studiavasi, è vero, la ma-

---

(*a*) *De Divin.* lib. I.
(*b*) Plut. *De placit.* lib. I, Laert. in *Pyth.*, al.

tematica, e singolarmente la scuola pitagorica fece in quella scienza gloriose scoperte, e notabili avanzamenti. Ma le dottrine matematiche fondate in evidenti dimostrazioni, appena sposte a guisa di lucenti baleni colpiscono gli occhi di tutti, e ne traggono sforzatamente l' assenso, nè soffrono diversità d' opinioni, nè danno campo agli scolastici dibattimenti. La dottrina fisica era quella, che impegnava le scuole al sostenimento dei proprj dogmi, e formava i diversi partiti. La setta jonica, e la pitagorica, gli eraclitei, i democritei, ed altri partiti filosofici non avevano altra divisa che i fisici insegnamenti; e la fisica, si può dire, era tutta la filosofia de' greci antichi. Gli antichi filosofi fino a Socrate tutti trattavano, come dice Tullio, numeri e moti; tutti ricercavano donde ogni cosa nascesse; e come andasse a perire, tutti s' occupavano nelle cose naturali, in argomenti occulti ed involti dalla stessa natura. Socrate fu il primo, che da tali materie richiamasse la filosofia, e l' introducesse nella vita civile a trattar del modo di vivere, e de' costumi, de' vizj, e delle virtù, il primo in somma, che dalla fisica la facesse passare alla morale (*a*). Fu dunque fino a Socrate tutta fisica la filosofia; ma non per essere allora divenuta morale, ed essersi rivolta alla vita, e a' costumi degli uomini, la-

Fisici antichi.

(*a*) *Acad. quaest.* lib. I, c. IV.; *Tusc.* V, c. IV.

sciò poi le speculazioni della natura, e si spogliò della pompa e degli ornamenti della fisica; e la fisica seguì sempre ad essere la più vasta e nobile parte di tutta la filosofia. Infatti al tempo stesso di Socrate fioriva Democrito, che può forse riguardarsi come il più gran fisico di tutta l'antichità. Platone, affezionato, e fido discepolo di Socrate, avidamente attinse a' fonti d' Eraclito, di Parmenide, di Timeo, e d' altri fisici le diverse opinioni delle scuole filosofiche, e tutti i secreti della fisica. Non v' è stato forse il più sottile, più profondo, e più vasto filosofo fra tutti i greci del famoso Aristotele; e questi trasse principalmente dalla fisica la più universale sua celebrità. Gli stoici stessi, che appena sono ora conosciuti che per la loro morale, coltivavano con particolare studio la fisica; e Seneca, severissimo stoico, sembra come vergognarsi d' avere posto più studio nell' etica che nella fisica, e dà a questa sopra quella tanta superiorità, quanta sopra gli uomini ne compete agli dei (*a*). Epicuro, che può riguardarsi come l' ultimo de' filosofi, fu chiamato da Timone l' ultimo de' fisici (*b*), e in mezzo alla sua molle e voluttuosa morale scrisse non meno di trentasette libri di fisica; e i piccioli suoi avanzi hanno meritate le dotte illustrazioni del Gassendo. Si vede in som-

(*a*) *Quaest. nat.* lib. I, c. I.
(*b*) Laert. in *Epic.*

na non solo ne' principj de' greci studj tener-
si in pregio la fisica, ma seguitare poi co-
stantemente a dominare nelle loro scuole fino
alla decadenza della greca filosofia.

Merito della fisica greca.

Ma dovremo noi aver grande stima della fisica degli antichi, e far molto conto delle loro opinioni? Veramente riflettendo alle circostanze de' tempi, in cui i Taleti, gli Anassimandri, i Pitagori, i Democriti, e gli altri greci stabilirono i dogmi della loro fisica, fa maraviglia come in tanta scarsezza di lumi, in mezzo a' soli pregiudizj del volgo potessero levarsi ad alcune cognizioni tanto sublimi, che i moderni per accertarle hanno avuto mestiere di nuovi e sottili stromenti, di replicate sperienze, e di attente osservazioni; e queste cognizioni possono certo fare molto onore alla loro sagacità, e dare qualche diritto a' loro partigiani per collocarli in un grado superiore a' moderni. Basta solo leggere i passi degli antichi, raccolti nell' opera del Dutens (a), per vedere quante opinioni, e quanti sistemi pubblicati con albagìa e boria da' moderni, erano già stati conosciuti, e insegnati da quelli, e quante cognizioni fossero loro comuni, di cui vogliono farsi onore i più stimati moderni. Il solo ardire delle loro ricerche, il piano solo della loro fisica ci può far prendere un' alta idea della vastità e sodezza di mente di quegli antichi filosofi. Come mai

(a) *Rech. sur l'orig. des Découv.* ec.

senza una gran forza e sottigliezza d'ingegno pensare a scrutinar la natura de' corpi celesti, investigar le cagioni delle meteore, esaminare i fenomeni, e gli accidenti dell'aria, e degli altri elementi, e de' corpi da loro formati, ricercare perfino i primi, e più minuti principj, e fare l'anatomìa di tutti i corpo naturali? Seneca (*a*) dice, che non meno abbracciava la loro fisica, che tutte le cose celesti, le atmosferiche, e le terrestri, e dottamente riflette, che i terremoti, tuttochè sotterranei, erano non senza ragione considerati da' fisici fra le meteore, e che la terra stessa veniva sotto alcuni rispetti giustamente riposta fra' corpi celesti, e che vedevasi in essi un'assai giusta cognizione generale della natura. Ma nondimeno io non credo, che debba or farsi gran conto della fisica degli antichi, nè sia da tenersi in molta considerazione la loro dottrina in questa parte. La fisica è scienza di sperienza e d'osservazioni più che di meditazioni e di raziocinj, ed abbisogna non sol d'ingegno, ma di tempo, e pazienza per istabilire le sue scoperte. Gli antichi non godevano come noi de' lumi degli antenati, nè di lunghi secoli d'osservazioni per fissare i loro pensieri, nè avevano altri mezzi che la forza e acutezza de' loro ingegni, nè potevano appoggiarsi che alle proprie loro cognizioni, e alla sagacità delle loro menti. Quindi

Difetti della fisica greca.

(*a*) *Quaest. nat.* lib. II, c. I.

l'antica fisica aveva pensieri sublimi, e alle volte giusti, ma non abbastanza fondati, opinioni sottili, ed assai verisimili, verità dette a caso, o per semplice congettura, ed a forza di raziocinio, non però poteva vantare sicure scoperte, e ferme ed incontrastabili verità. Ed è perciò, che anche le verità stesse da alcuni scoperte non avevano consistenza, nè chiamavano l'assenso di tutti gli altri; e dopo che Democrito asserì chiaramente, che la via lattea era un ammasso di stelle, e che le qualità sensibili non esistono ne' corpi, ma dipendono dalla nostra sensazione (*a*). Aristotele, ed altri dotti filosofi crederono la via lattea una meteora, ed attributi e forme accidentali de' corpi le qualità sensibili; ed altri filosofi posteriori rigettarono parimente parecchie fisiche verità avanzate dallo stesso Aristotele. Il genio curioso e speculativo de' greci, il prurito di voler entrare nell'intima natura di tutto, e dar ragione d'ogni cosa, lo spirito sistematico, e scolastico, l'amore di disputa e di partito hanno molto pregiudicato al vero profitto, e all'avanzamento della fisica greca. L'oscurità delle loro disquisizioni dava bensì copiosa materia ad intermidabili dispute, ed a sottili rigiri de' loro ingegni; ma come non potevano decidersi con esperienze ed osservazioni, e solo ammettevano congetture e discorsi, non era mai possibile dimo-

Oscurità delle ricerche.

(*a*) Sext. Empir. *Pyrr. hypot.* lib. II, c. II.

strarne la verità. Ed è anzi da osservare, che della maggior parte delle questioni, che le scuole greche agitarono, non s'è potuto peranco trovare la soluzione, e l'unica lode riservata a' lumi de' moderni fisici è stata il riconoscerne l'impossibilità, e l'abbandonarne le ulteriori ricerche. Gli antichi volevano scoprire tutto, risalire alla creazione del mondo, a' primi principj de' corpi, alle intime ed occulte cagioni delle cose; e per questo che sperienze ed osservazioni potevano prendere? I moderni hanno seguite le loro tracce, ed imitata la vana loro curiosità; ma si sono poi accorti dell' inutilità di tali speculazioni, ed hanno studiato di ricercare quello soltanto, che può trovarsi colla sperienza ed osservazione, e contentarsi di conoscere gli effetti, e renderli quanto più possano generali, senza volersi inoltrare all' oscura notizia delle intime e prime cagioni. Noi ricorreremo un poco i principali capi delle questioni de' greci, e daremo così una leggiera idea della loro fisica generale. La prima questione delle antiche scuole è stata intorno alla formazione dell'universo, ed a'primi principj, onde derivano tutti i corpi. E che potevano dire su questo, se non semplici congetture? Talete volle, che l'acqua in diverse guise combinata fosse il principio di tutti i corpi; Anassimene stimò l'aria il principio più conveniente; Eraclito il fuoco; ed altri altro elemento; Anassagora ideò una gran massa di tutte le particelle similari de' corpi, detta da lui *panspermia*, ed *omiomeria*; Pitagora ricor-

se a' suoi numeri; e Platone alle idee; Democrito agli atomi e al vuoto; Aristotele alla materia, forma, e privazione; ed altri ad altri principj. Aristotele (*a*), Plutarco (*b*), Sesto Empirico (*c*), Laerzio (*d*), Lucrezio (*e*), Tullio (*f*), ed altri antichi; Gassendo (*g*), Brukero (*h*), e molt' altri moderni hanno parlato assai lungamente di tutti gli antichi sistemi, perchè noi possiamo astenerci di spiegarli distintamente; e diremo soltanto, che nè anche i moderni, che hanno voluto entrare in tale ricerca; ci hanno saputo dare che segni e vaneggiamenti, e che poco profitto poteva ricavare la fisica da una questione, che non ammetteva pruove chiare, e sicure dimostrazioni, ma restava abbandonata all' immaginazione, ed a' cavilli de' litigosi filosofi. Lo stesso si potrà dire di quasi tutte l' altre disquisizioni di quei sottili filosofi. Quanto non si dibatterono per investigare quale sia la natura dello spazio, e se vi sia o no spazio vuoto nel mondo, se questo sia disseminato soltanto, o pur anche, co-

---

(*a*) *De nat. auscult.* lib. I.
(*b*) *De plac. phil.* lib. I.
(*c*) *Pyrrhon. hypot.* lib. III, c. IV.
(*d*) In Thal. *Anax.* ec.
(*e*) Lib. I.
(*f*) *De finibus*, alibi.
(*g*) *Phys.* sect. I, lib. III.
(*h*) *Hist. crit. philos.* tom. I, II.

me dicesi nelle scuole, *coacervato*, e se fuori del mondo sia uno spazio infinito conosciuto dalla nostra immaginazione, e detto per ciò *immaginario?* Quanto romore non menò la questione del continuo, o della divisibilità delle parti in infinito, che ha eccitati, si può dir così, infiniti partiti fra gli antichi e fra moderni, senza potersi niente decidere? L'infinito stesso quante dispute non produsse fra gli antichi filosofi, che un tratto intiero occuparono nella fisica d'Aristotele (*a*)? Dov' è da osservare, che Aristotele considera come molto importante per un fisico la questione dell'infinito, e ne adduce in prova, che quanti avevano fin allora con qualche dignità trattata la fisica, tutti avevano diligentemente disputato dell'infinito. E che potevasi imparare da tali dispute, dove soltanto cercavasi se l'infinito fosse sostanza o accidente, se corporeo od incorporeo, ed altre simili vanità? E che potevano parimente conchiudere que' filosofi per quanto si dibattessero caldamente su le questioni tanto decantate dell'eternità o temporaneità del mondo, dell'unità, o della pluralità, e d'altri simili punti, che molto erano allora in voga, ma che non potevano mai risolversi con qualche accertatezza? Che perdita per la fisica, che ingegni sì vasti e sublimi si abbandonassero a vane ed incomprensibili investigazioni, dove altro trovare non po-

(*a*) *De auscult.* lib. III, tract. II.

tavano che inconcludenti congetture, e trascurassero le più ovvie, e più utili ricerche, dove giunger potevasi alla verità? Quante verità interessanti non avrebbono potuto rintracciare que' sottili filosofi, se in vece di raziocinj, e discorsi avessero amato di adoprare sperienze, ed osservazioni? I progressi recati da Ippocrate alla medicina, e da Aristotele alla storia naturale fanno vedere quanto dovesse sperare da tali ingegni la fisica, se l'avessero seguita per le vere sue vie. Ma gli antichi fisici, come ci fa intendere Aristotele (*a*), stimavano impresa degna della loro scienza l'affrontare intrepidamente, e senza esitanza le più ardue ed alte questioni, e riguardavano come piccioli e miserabili scrittorelli que' che si contentavano di spiegare la natura d'un qualche sito, o qualche fenomeno particolare, e non s'innalzavano all'universale contemplazione di tutto il mondo, e alle generali vedute della natura. Quindi ingegnose ipotesi, e sottili pensieri, ragionamenti talora fini, ma rare volte sodi e fondati occupavano tutte le pagine dell' antica fisica: non vi cercate sistemi uniformi e legati in tutte le loro parti, spiegazioni chiare, soluzioni applicabili a tutti i fenomeni della natura; non troverete che lunghi ragionamenti, pochissime osservazioni, ed ancora meno scoperte.

(*a*) *De Mundo* cap. I.

Spirito di partito delle diverse sette

La diversità delle sette, lo spirito di partito, e il genio scolastico avranno molto contribuito a rallentare i veri progressi della fisica, e gli utili avanzamenti nella cognizione della natura. Non applicarsi a ritrovar la verità, non lavorare per conoscere la natura; ma rovesciare i partiti contrarj, e sostenere il proprio sodo ed immobile, atterrar l'avversario, e rimanere nella lizza vittorioso e trionfante è l'impegno delle sette, e lo studio de' settarj scolastici. Quindi congetture ed ipotesi, obbiezioni, sutterfugj, sofismi, cavilli, pascolo delle dispute e de' dibattimenti scolastici, sono stati il frutto dello studio de' greci fisici, e pochissime verità sono state prodotte da quelle litigiose e superbe scuole: nel ritiro e nella quiete, nella solitarìa e tranquilla osservazione della natura, non in mezzo alla polvere delle scuole, o fra gli schiamazzi e le grida delle scolastiche dispute nascono le grandi scoperte, e si presentano le utili verità. Infatti quali sono le grandi scoperte, che debba la fisica a quelle famose sette? La setta jonica, la prima di tutte le sette greche, quella, che coltivò particolarmente lo studio della natura, e si distinse col nome di fisica, che altro ci ha lasciato con tutti i gran nomi di Talete, d'Anassimandro, d'Anassimene, d'Anassagora, d'Archelao, e di tant' altri, che vane opinioni su' principj de' corpi su la natura delle stelle, e talor anche su laformazione delle meteore, e congetture senza fondamento su la pluralità de' mondi, su l'eternità della materia, e su altri

Setta jonica

simili punti, profferendo tali stranezze, che, sebben tramandateci dagli stessi greci posteriori, non possiamo crederle asserite da que' primi filosofi? La setta italica, o pitagorica, quantunque meno rinomata per la parte fisica che per la matematica e per la morale, è forse nondimeno più benemerita di quella scienza, che la jonica celebrata col nome di *fisica*. Infatti Empedocle, Archita, Filolao, Eudosso, ed altri illustri filosofi, che studiarono attentamente la natura, unendo l' ajuto delle dimostrazioni matematiche alle fisiche speculazioni, furono pitagorici; molti moderni vogliono riconoscere le forze attrattive, e ripulsive del Newton nella concordia, e discordia del pitagorico Empedocle, e credono di vedere negl' intervalli musici de' pitagorici le leggi dell'attrazione: e certo alcune più giuste cognizioni della natura de' corpi celesti, e della costituzione dell' universo si sentivano nella scuola italica che nella jonica. Ma nondimeno non erano nel restante più utili le fisiche speculazioni de' pitagorici, che quelle degli altri filosofi; ed ugualmente perdevansi in ricerche astratte ed incomprensibili, dove altro trovare non potevano che semplici congetture; nè quelle stesse cognizioni, che avevano più giuste degli altri, erano abbastanza chiare, ed assai depurate d' errori, nè si presentavano sì sode e ben fondate, che potessero riceversi come vere scoperte; ed era in oltre tutta la dottrina pitagorica troppo piena di numeri, e d' oscure, e d' enimmatiche espressioni, per poter-

Italica

sene ricavare qualche utile verità. All'Italia parimente appartiene, e può anche dirsi italica la setta eleatica; ma questa non ha recato alla fisica verun avanzamento. Senofane, Parmenide, Melisso, e Zenone furono più metafisici che fisici, e poco mostrarono di coltivare lo studio della natura. Eraclito ottenne in questa parte maggiore celebrità, e si fece molti seguaci, onde si formò una setta d'eraclitei; ma la sua dottrina, oltre che rimaneva inintelligibile per l'oscurità, non sembra che s'inoltrasse gran fatto nelle ricerche della buona ed utile fisica. Fiorirono poi Leucippo, e Democrito, i quali lasciando monadi e numeri, idee e forme, ragionamenti astratti e principj metafisici, si diedero ad esaminare in sè stesse le operazioni della natura, e cercarono di spiegare meccanicamente i suoi fenomeni. Democrito singolarmente mostrò in varie sue opinioni un sottile e giudizioso avvedimento, e gli meritò giustamente la lode di fisico. Ma anche Democrito fra alcune poche verità, proferite da lui forse senza averne un sodo e valevole fondamento, cadde in errori sì grossolani, che mal si convengono ad un fisico, che d'un mediocre sapere. Il maggiore, e quasi l'unico monumento, che noi abbiamo della fisica greca, sono le opere d'Aristotele, e queste appunto ci danno una chiara pruova della vanità della sua dottrina. Quante vuote ed inutili sottigliezze su' principj naturali, su la natura, e su le cose, com'egli dice, che hanno natura; o sono secondo natura, sul caso,

Eleatica. *Eraclito.* *Democrito.* *Aristotele.*

su la fortuna, su la necessità, su le cagioni, e su le diverse sorti di esse, e su altri punti, che sembrano offrire materia a sode ed interessanti cognizioni, ma che nelle mani di quel gran filosofo restano oscurati ed involti in un gergo di metafisici, ed astratti ragionamenti? Chi non s' aspetta profonde osservazioni, ed utilissime riflessioni sul moto in tanti libri, che un filosofo, come Aristotele, ha voluto scrivere su questo grave argomento (*a*)? E che vi trova, se non che intempestive dicerie su l' essere in atto, o in potenza, secondo sostanza, o quantità, o qualità, e su le inutili sue categorìe, per conchiudere il grande scoprimento, che il moto è *l' atto di ciò ch' è in potenza, in quanto è tale* (*b*); *che sono tre spezie di moto, moto del quanto, moto del quale, e moto secondo il luogo* (*c*), e tali altre frivolezze, che, fanno sfuggir la pazienza al più paziente lettore, e gettare mille volte di mano i tanti famosi libri della *fisica ascoltazione* dell' adorato maestro del peripato? Lunghi discorsi sul corpo perfetto, su' corpi gravi che vanno in giù, su' leggieri che vanno in sù, e su' semplici che girano all' intorno, su' modi varj, in cui una cosa può dirsi o no generabile, e corruttibile, e su altri simili punti ugualmente inutili, o pieni di falsità em-

(*a*) *De natur ausc.* lib. III . . . . VIII.
(*b*) Lib. III. c. I.
(*c*) Lib. V., c. III, ec.

piono la maggior parte de' libri intorno a' cieli per dirvi pochissime ed ovvie verità immerse in errori, che atteso il nome dell' autore sono stati grandemente nocevoli alla fisica, ed all' astronomia. Lascio i libri della generazione e corruzione, del mondo, e d' altre materie di fisica generale: non è il nostro intento fare la critica, nè dare un distinto ragguaglio degli scritti di quel grand' uomo; dirò soltanto, che comunemente in tutti i punti, che in tali libri prende a trattare, entra in questioni non necessarie, e si divaga in ragioni e discorsi, che oscurano anzichè illustrino le materie; che poco, o niente dice di opportuno, e di sodo per formare la mente del lettore alla cognizione della natura; e che pochissimo vantaggio può ricavare questa parte della fisica dalle opere d' Aristotele. Altro metodo, altra sodezza ed utilità ha mostrato questo filosofo nell' illustrare quelle parti della fisica, che la fisiologìa e la storia degli animali risguardano; dove ci dà un' evidente riprova di quanto avrebbe potuto aspettare dal suo ingegno tutta la fisica, se in vece di raziocinj, e cavilli avesse sempre voluto seguire le sperienze, e le osservazioni. Ne meglio d' Aristotele, e de' suoi seguaci hanno giovato alla fisica gli altri filosofi. Gli stoici amavano particolarmente la dialettica e la morale, ma non abbandonavano per questo la fisica; e la *fisiologìa degli stoici* ha data materia di tre libri al celebre Giusto Lipsio, illustratore di tutta

Stoici

la stoica filosofia (a). Ma gli stoici, che anche nella morale lor tanto cara si perdevano in sofisticherìa, e in ridicole frivolezze, come spesse volte loro rimprovera Seneca (b), come potevano ricercare la sodezza nella fisica, che solo trattavano leggermente? Infatti questioni su' principj agente e paziente; se sia o no fuoco la natura, e se Iddio sia la natura, ed un fuoco artifiziale, e lo stesso mondo; se il mondo sia animato; e poche altre questioni, tutte simili a queste, formavano la fisica degli stoici. Cleante, Crisippo, e i primi maestri di quella setta erano troppo dominati dallo spirito eristico, e troppo amavano le sottigliezze, e cavillazioni dialettiche per poter attendere colla dovuta sodezza alle fisiche verità. Lo stoicismo Seneca, il più chiaro lume della stoica filosofia, quando entrò a trattare questioni naturali raccolse da altri filosofi varie opinioni, che illustrò coll'acutezza del suo ingegno, ma non mai si attenne ad alcuna de' suoi stoici, nè mai cita alcun filosofo di quella setta, ed appena una sola volta nomina il maestro della medesima Zenone. La fisica d'Epicuro presa in gran parte da quella di Democrito come meno astratta e metafisica, e, più meccanica e semplice, così era la più istruttiva di quante occapavano le greche scuole. Moltissimi libri scrisse Epicuro intor-

Epicurei.

(a) Tomo IV *Physiol. stoic. libri tres*.
(b) Ep. cvI, al.

no a materie fisiche, che sono tutti periti; ma fortunatamente per noi formò in due lettere, una ad Erodoto, e l'altra a Pitocle, un compendio de' principali capi della sua dottrina, spiegati più lungamente in tutti que' libri; e queste lettere conservateci da Laerzio (*a*), e poi in questi secoli eruditamente illustrate dal Gassendo (*b*), ci danno un' idea assai vantaggiosa del modo di trattare la fisica d'Epicuro, superiore nella chiarezza e giustezza a quello che vedesi in Aristotele, ed a quanto apparisce ne' frammenti, o nelle memorie degli altri fisici greci. Meglio ancora risplende la fisica d' Epicuro nell' elegante e dotto poema di Lucrezio, nel quale con chiarezza, e con forza si espongono le ragioni delle sue opinioni, se ne sciolgono le contrarie opposizioni, e si dà un assai pieno trattato della fisica d' Epicuro (*c*). Dov' è da osservare, che i latini prendendo da' greci le fisiche cognizioni, erano più felici degli stessi loro maestri nello sporle nel migliore lor lume, e che non hanno gli stoici in tutta la Grecia uno scrittore di fisica, nè forse ancor di morale, come il filosofo Seneca, e molto meno gli epicurei, chi possa entrare in competenza col poeta Lucrezio. Che gloriosi avanzamenti non

---

(*a*) In *Epic.* XXIV.

(*b*) Animadv. in lib. X. Diog. Laert. *De Physiol. Epic.*

(*c*) Lucr. *De rerum natura.*

avrebbe potuto sperare la fisica dagl' ingegni romani, se avessero avuto il tempo, e la volontà di promovere tali studi! Ma sebbene è vero, ritornando a' greci ch' Epicuro, ed i suoi seguaci abbracciarono un metodo più opportuno, e più giusto di studiare, e di spiegare la natura, e seguirono una fisica più chiara, e più adattata alla nostra intelligenza, non ebbero non pertanto la gloria d' arricchire quella scienza d' interessanti scoperte, e di profonde verità, nè di procacciarle grandi progressi. La setta accademica, la scettica, e l' altre simili erano bensì esenti dallo spirito di partito troppo dominante nelle or mentovate, e lungi dal sostenere, e promovere ostinatamente un' opinione, cercavano di distruggerle, ed atterrarle tutte: ma appunto per questo genio *aporetico*, od *acatalettico*, non solo non avanzarono in parte alcuna la fisica, ma in tutto la fecero decadere, e giacere in abbandono, e dimenticanza. Ecco dunque, che percorrendo tutte le scuole di Talete fino alla decadenza della greca filosofia, le ritroviamo bensì occupate in perpetue dispute, ed in litigj interminabili, e ardentemente impegnate in sostenere, e difendere le proprie opinioni, ma appena vediamo recato da quelle verun vantaggio alla fisica.

Altre sette.

I romani, occupati in governare gl' immensi loro stati, e reggere tutto il mondo, non avevano tempo di coltivare gli studj speculativi, nè potevano prestare qualche attenzione alle filosofiche teorìe, fuorchè nelle brevi lor

Romani.

ferie, e ne' momenti di vacazioni, e divertimenti; onde non era da sperarsi, che facessero molti progressi nella fisica, la quale esige ozio e quiete, lunghe ore d' osservazione, e replicate ed attente sperienze. Il primo romano, che sia lodato come investigatore della natura; e che possa in qualche modo avere il nome di fisico, è Nigidio Figulo, non anteriore al tempo di Varrone, e di Cicerone: ma Nigidio era ne' suoi scritti d' una tale sottigliezza ed oscurità, che quasi da nessuno fu letto, e poco, o niente potè giovare a promovere quegli studj (*a*) e dalle lodi, che alcuni antichi gli danno, sembra che fosse più stimato da' romani come astrologo e mago, che come vero, e rispettabile fisico. Varrone, Tullio, Cornelio Celso, ed altri dotti romani nell' immensa loro erudizione avranno anche abbracciato lo studio della natura; e gli scrittori d' agricoltura ci fanno vedere, che n' avevano acquistate parecchie utili cognizioni: ma scrittori, che direttamente si prendano a trattare di fisica, scrittori, che possano collocarsi nella classe de' fisici, non abbiamo che Lucrezio, la cui aggiustatezza, chiarezza e forza nel proporre, e difendere le sue opinioni, e nel combattere le contrarie l'appalesano non meno dotto e profondo fisico, per quanto era da pretendersi a que' tempi, che elegante e sublime poeta; e Seneca, che nel proporre le questioni natu-

Nigidio Figulo.

Lucrezio.

Seneca.

(*a*) A. Gell. lib. XIX, c. XIV.

rali, nello sporre, ed illustrare le altrui opinioni, e nell' aggiungere le sue riflessioni si solleva dal volgo de' fisici di quel tempo, e in mezzo ad alcuni errori, che alle volte abbraccia con troppa docilità, può dare non pochi lumi anche a' buoni fisici de' nostri dì. Ma dopo Seneca non più si trova nè fra' greci, nè fra' latini chi possa con qualche diritto aspirare al nome di fisico. I filosofi de' tempi posteriori, fossero ecclettici, o platonici, o peripatetici, o stoici, s' inalzavano a sublimi, ed aeree astrazioni, ed a teorìe pneumatologiche, e teologiche, non vedevano che spiriti e dei, e perdevano di vista la contemplazione de' corpi naturali, nè si curavano di dare un leggiero sguardo alla fisica. Venne meno anche questa filosofia metafisica, e teologica: col decadere sempre più l' erudizione, ed il gusto cominciarono ugualmente ad abbassare le filosofiche mire, e dalle metafisiche astrazioni, da' mistici, e teologici agguindolamenti si venne alle vocali ed ermeneutiche sofisticherìe; e cavillazioni logicali, dialettiche arguzie, ed inutili ciancie occupavano le scuole sì latine che greche, nè in parte alcuna si pensava mai alla fisica. Gli arabi furono que', che la richiamarono alle filosofiche scuole. Si diedero, è vero, anch'essi principalmente alle sottigliezze dialettiche e metafisiche, e la maggior parte di que' filosofi impiegarono le loro fatiche in traduzioni, comenti, ed illustrazioni de' libri logici e metafisici d' Aristotele: ma trasportati com' essi erano per tutti i rami delle scienze, e per tutte

Arabi.

le opere d' Aristotele, rivolsero eziandio alla fisica i loro studj, e prestarono a' libri fisici del greco filosofo gli stessi onori, che avevano sì largamente tributato a' logici, e metafisici. Averroe, Aben Pace, Alfarabio, e molt' altri scrissero di fisica, e comentarono i libri fisici dell' universale loro maestro; Avicenna, Achireddino, ed alcuni altri scrissero in questa parte con tanto incontro de' loro nazionali, che trovarono parecchj filosofi, che comentassero la loro fisica; e vedonsi nelle arabiche biblioteche molti libri di fisica, e molti comenti della fisica d' Aristotele, e quella eziaudio de' suoi comentatori. Ma gli arabi, propensi già da sè stessi per le sottigliezze e cavillazioni, allevati poi fra le arguzie, ed i ghiribizzi della dialettica, e metafisica d'Aristotele, applicati quindi a comentare l'astratta e smunta sua fisica, che altro potevano fare che accumulare sottigliezze sopra sottigliezze, ed accrescere gli arzigogoli, i capriccj, e le peripatetiche vanità? Ma si aumentarono ancora queste, e vennero al colmo della frivolezza, e fatuità colle dispute de' posteriori scolastici, e colle divisioni delle loro scuole.

Scolastici. Scotisti, Occamisti, Tomisti, ed altri simili nomi erano i titoli, che distinguevano quelle filosofiche truppe, questioni su la materia, e su la forma, su l' esistenza della materia o per la propria esistenza, ovvero per quella della forma, su l' appetito della materia a qualunque forma, anche alle forme corrotte, su la forma di corporeità, su la totalità stotica, e su mil-

e altre simili inezie tenevano in armi quelle numerose scuole, e faticavano la più dotta ed erudita parte di tutta l'umanità. Che se un Alberto, un Bacone, un Lullio, un Arnaldo ebbero qualche cognizione di cose naturali non l'ottennero certamente dalla fisica delle scuole; ma la chimica, la meccanica, la privata loro pratica ed esperienza, ed i secreti loro studj li condussero a quelle notizie, che invano avrebbero ricercate ne' libri di fisica, che allora si potevano leggere, o nelle lezioni de' maestri, che maggiore strepito menavano nelle romorose università. E quegli stessi se volevano entrare nella fisica teorica si ristringevano, come tutti gli altri, nelle scolatiche puerilità, nè sapevano sollevarsi a più sode ed utili disquisizioni. Lasciamo nell' obblìo e nel meritato abbandono que' lunghi ed infetti secoli di tenebre e di oscurità, e veniamo a tempi più lieti a contemplare nel principio del passato secolo la nascita della vera fisica, e i due suoi padri Bacone di Verulamio, ed il Galileo.

Bacone fu il banditore delle leggi, che impone la fisica a chi vuole scoprire le utili verità. Non questioni e litigi, non distinzioni e parole, non argomenti e cavilli, non testi e citazioni, non cieca soggezione alle decisioni degli altri filosofi; ma mente libera da' pregiudizj, e dalle anticipate opinioni delle passioni, de' sensi, dell' educazione, e d'altre cagioni, ch' egli col metaforico suo stile chiama *idoli* della *tribù* della *grotta* del *foro*, e del

Bacone

teatro (*a*), inquisizione della natura, che si continuata, variata, e contratta al suo soggetto (*b*), storia naturale e sperimentale, convengono da lui sposte (*c*), fatti, sperienze, e osservazioni, oculata e riservata analogia, sodo e fondato raziocinio sono i sussidj, che addimanda Bacone per l' interpretazione della natura, e per cogliere i più secreti suoi sensi; ed ogni sua dimanda rinforza con tanto peso di ragioni, e con tanta copia d' esempj, e profondità di dottrina, che non solo co' suoi precetti, ma altresì cogli esempj ha molto giovato alla formazione d' una nuova fisica, e ha lasciati nelle sue opere i semi, e i principj di quella ristorazione della filosofia, a cui tendevano i suoi studj. D' uopo è nondimeno che questo gran ristoratore delle scienze ceda la mano nella fisica al Galileo, il quale non che ristorarla, la creò, si può dire, di nuovo. La sua meccanica è la prima opera di fisica generale, dove si veda questa trattata colla dovuta sodezza e dignità, ed è in verità, com' egli amò di chiamarla, una *scienza* realmente *nuova*. La scienza del moto, su cui tanti libri scrisse Aristotele, e lasciò a' posteri tanti errori, ebbe dal Galileo que' lumi, che nè le antiche, nè le moderne scuole le avevano

Galileo

(*a*) *Nov. org.* lib. I.
(*b*) *Impetus philosophici*.
(*c*) *Parasceve ad hist. nat., et Exp. Hist. nat. Centur.*

puto recare, e che hanno servito a rischiare tutta la fisica. Egli toccò soltanto quà e là i punti della generazione de' corpi, della rarità e densità, e dell' altre qualità; e sebbene questi formavano la principale parte della fisica di que' tempi, ebbe la prudenza, e il coraggio di non trattarli che leggiermente, e per caso, e poco ne lasciò scritto; ma in questo poco seppe spiegarli assai chiaramente, senza forme sostanziali, nè accidentali, e senza quelle oscure e vuote parole, che tanto amavano tutte le scuole; e può pertanto chiamarsi precursore al Cartesio d' una verità, che fece tanto risuonare il nome del francese filosofo. Egli ha reso alla fisica un gran vantaggio d' unirle la geometrìa, e di darle così un' accorta e sicura guida. La sperienza, e l' osservazione hanno diretta la sua mente nella contemplazione della natura, e regolato il suo giudizio, nè ha mai trattata alcuna materia, nè ha profferita opinione alcuna intorno a' punti di fisica, che non l'abbia bene appoggiata alla sperienza, ed osservazione, e assoggettatala alla geometrica severità. A lui dobbiamo una bilancia idrostatica, a un termometro, ed altri stromenti per fare sperienze fisiche, che ne hanno fatto poi nascere altri più esatti e perfetti: da lui pure prendonsi i primi saggi della sagacità e diligenza nell' osservare, e sperimentare, ed egli è il primo maestro della logica, per così dire, fisicale, o sia di quell' arte di fare le sperienze, e le osservazioni, ch' è il fondamento, e la base di tutta la fisica, e su cui con

tanta sottigliezza e dottrina hanno poi scritt
il Muschoembrek (*a*), ed il Senebier (*b*); egl
in somma è il primo filosofo, cui possa giu
stamente darsi il nome di fisico. Coll' esem
pio, e colle lezioni del Galileo quest' unico
sicuro, ma affatto nuovo modo di trattare l
fisica si sparse allor per l' Italia, singolarmen
te per la Toscana. Il Riccioli, ed il Grimal
di fecero in Bologna molte e varie sperienze
onde confermarono la dottrina meccanica de
Galileo, e trovarono altre nuove verità. No
con definizioni arbitrarie, nè con astratti a
gomenti all' uso delle scuole, ma con diligen
ti sperienze, e con geometriche dimostrazion
su l' esempio del Galileo, trattò il Castell
della misura delle acque correnti, e vi fec
interessanti scoperte. Il Torricelli, oltre mol
te fisiche verità, che scoprì collo stesso meto
do, arricchì la fisica d' uno de' più preziosi suo
stromenti per penetrare ne' secreti della natur
coll' invenzione del barometro, della quale ab
biamo di sopra parlato, e ritorneremo poi a
farne discorso. E così parecchj altri filoso
nell' Italia, senza curare lo scolastico metodo
nè le peripatetiche sottigliezze, vollero seguire
il galileano, e trattare la fisica con isperienze
ed osservazioni, e con geometrici ragionamenti.

Altri fisici italiani.

Intanto due grand' uomini nella Francia ten
tarono di procacciare alla fisica un maggiore

(*a*) *De method. instituendi Exper. phys.*
(*b*) *Art. d' observer.*

vantaggio. Galileo, ed i suoi seguaci si contentarono d'intendere, e di spiegare quelle verità, che la natura di mano in mano veniva loro presentando, nè ardirono di trattare la fisica che soltanto in una qualche sua parte; il Gassendo, e il Cartesio ebbero il coraggio d'abbracciarla tutta nella sua universalità, e crederono di poterci dare un intiero corpo di fisica. Il Gassendo, dichiarato contrario d'Aristotele, si rivolse a prendere partito nella setta d'Epicuro, e formò un corso di fisica generale conforme al sistema di questo filosofo secondo la spiegazione di Lucrezio. Cartesio senza cercare nè Aristotele, nè Epicuro, nè verun altro volle da sè solo fabbricare un sistema, e creare una fisica tutta sua. Fantasticò certi vortici, che urtandosi, e fregandosi fra di loro producessero tre sorti di materia più o men sottile, ch'ei chiama tre elementi, e con questi volle formare la luce, le stelle, i pianeti, il fuoco, l'aria, e gli altri elementi, e tutti i corpi dell'universo, e spiegare l'elasticità, la durezza, la gravità, e le proprietà de' corpi, e tutti gli accidenti, e fenomeni della natura (a). La fisica cartesiana non era più verace, e più soda che la peripatetica; nè col distruggere le forme, e le qualità occulte, ed introdurre i vortici e la materia sottile, fece altro che sostituire errori ad errori: ma come i suoi errori erano più

Gassendo.

Cartesio.

(a) *Princip.* part. III, at. IV.

dilettevoli e belli, le sue ragioni più chia[...] ed intelligibili, e tutta la sua dottrina pi[...] istruttiva e più amena; così potè farsi mol[...] seguaci, ed ebbe la sorte di produrre nella fi[...] sica, e si può anche dire in tutta la filosofi[...] la più famosa, e la più importante rivoluzio[...] ne. L'eccessivo rispetto d'Aristótele e de'su[...] comentatori tenne per molti secoli come i[...] ceppi la mente umana, nè poteva darsi un pa[...] so verso la verità senza rompere prima quel[...] catene, e distorsi da quella tirannica schiav[...] tù. Le calde dispute de'greci e dei latini ne[...] secolo decimoquinto su la filosofia platonica[...] e su l'aristotelica cominciarono a far coraggi[...] a'curiosi per esaminare i libri d'Aristotele[...] che prima non riguardavansi che come irrefra[...] gabili oracoli, ed a deprimere alquanto la su[...] despotica autorità. Il Vives nel seguente seco[...] lo ardì di riprendere segnatamente i suoi libr[...] fisici, e farne vedere la vuota garrulità (a); [...] poi Pietro Ramo trasportato da un furore an[...] tiperipatetico si mise a costo della propria vi[...] ta a combattere furiosamente a voce ed in i[...] scritto la stima sua dottrina. Nel passato se[...] colo Bacone e Galileo non solo scossero co[...] fatto il giogo d'Aristotele, ma dissero su tal[...] materia spiritose espressioni (b), che potevan[...] incoraggire sempre più gli altri fisici a segui[...] re il loro esempio. Più direttamente, e co[...]

(a) *De corrupt. discipl.* lib. v.

(b) Gal. dial. I, e II: Saggiat. *Pens. varj*: Bac. *Nov. org.*, e al.

aggior copia d' erudizione, e forza di ragioi combattè Gassendo l' adorato Aristotele, e crisse due libri, in cui mostrò quante cose nutili, false, e contraddittorie si trovassero negli scritti di lui (*a*). Tante scosse replicate a diverse mani in diversi tempi pareva, che dovessero gettare a terra tutta la fisica d'Aristotele, ed abbattere la venerata sua autorità. Ma questa pur si sostenne, e seguitò a dominare sovrana ed arbitra nelle scuole, finchè non le venne l' ultimo crollo dalle mani del Cartesio. Non erano ancor avvezzi gli uomini a pensare da sè, nè a contemplare in sè stessa la natura, ma volevano avere una guida, a cui abbandonarsi nelle loro ricerche, ed un sistema, da cui ripetere la pronta spiegazione di tutti i fenomi della natura. I greci, il Vives, e il Ramo, che avevano combattuto Aristotele, non trattarono punti di fisica, nè poterono darsi per guida agli studiosi di quella scienza. Bacone, e Galileo aprirono a' fisici una via sicura bensì, ma troppo lunga per poter appagare la loro curiosità, nè pensarono di formare un nuovo sistema, a cui ridurre tutte le operazioni della natura, e sostituirlo all' aristotelico. Volle bensì sostituirne uno il Gassendo, ma richiamò quello d' Epicuro, filosofo troppo screditato per potergli guadagnare molti seguaci. Non erano pertanto ascoltate le loro voci, e seguitavano le scuole a consultare l' oracolo d' Aristotele, mentre altro non ave-

(*a*) *Exerc. parad. adv. Arist. ec.*

vano, a cui ricorrere. Ma quando venne Cartesio, e presentò a' filosofi il suo sistema, quando in vece delle forme, e dell'entitatule metafisiche, delle voci oscure, e delle parole insignificanti, con cui spiegavansi nelle scuole le questioni naturali, propose combinazioni, configurazioni, e ragioni meccaniche, che se non erano sempre affatto vere, riuscivano almeno più chiare, e più adattabili alla comune intelligenza, si formò subito un numeroso e forte partito, si cominciò a sbandire dalla fisica il gergo metafisico, e a cercare intelligibili spiegazioni, si scosse il giogo dell'autorità, e si ascoltò solo la ragione, e si produsse un intiero cambiamento nella fisica. Il sistema del Cartesio non era in verità qual esser doveva, fondato su' fatti della natura, e rinforzato con molte e variate sperienze; il fuoco e il bollore della sua immaginazione non gli permettevano pesare maturamente ogni cosa, ed aspettare le lente, benchè sicure, decisioni delle sperienze ed osservazioni, e lo faceva correre ad asserzioni non avverate, e precipitare in errori. Ma Cartesio procacciò nondimeno due gran vantaggi alla fisica, introdusse ne' filosofi quello spirito di curiosità, di disquisizione, e di diffidenza, che ricerca ogni cosa, che tutto pesa, che non mai si contenta, e che giunge finalmente a scoprire la verità, e sbandì dalla fisica le entità superflue, le cavillazioni metafisiche, le parole prive di senso, i misteriosi nienti, e l'enimmatiche, ed intelligibili spiegazioni, proponendo sempre ragioni meccani-

che e sensibili, e paroie chiare, e d'uso comune, e predicando in tutto evidenza, chiarezza, facilità. La rivoluzione prodotta dal Cartesio fu più rapida, più efficace, e più universale, si propagò per tutte le scienze, e fece breccia perfino nelle università, e nelle scuole, ostinatamente attaccate alla dottrina peripatetica. I vantaggi recati alla fisica dall' esempio, e dalla dottrina del Galileo furono in verità più ristretti, ma più sodi, e reali. I discepoli del Galileo non corsero dietro a brillanti ipotesi, e speciosi sistemi, cercarono posatamente nuove scoperte, ed utili verità. Osservazioni, sperienze, e geometriche dimostrazioni sono stati i mezzi adoperati dal Galileo, e da' suoi discepoli nelle fisiche speculazioni. L'accademia del *Cimento*, esemplare delle accademie scientifiche, frutto della filosofia del Galileo, e dello zelo letterario del cardinale Leopoldo de' Medici, fu la prima scuola di fisica sperimentale, che è dire di vera fisica. Il gran duca Ferdinando II. fino dall'anno 1651. aveva coll' ajuto d'alcuni fisici da lui radunati fatte varie sperienze per investigare la natura de' corpi, e trovati diversi stromenti per tali sperienze. (*a*). Ma nel 1657. il principe Leopoldo, poi cardinale, istituì formalmente un' accademia, che avendo per iscopo il fare varie sperienze, e porre come a cimento la natura, ebbe il nome d' *Ac-*

Accademia del Cimento.

a) V. Nelli *Saggio di Storia letter. Fior.*

cademia del Cimento. Il Viviani, il Redi, il Magalotti, il Borelli, ed alcuni altri, che possono vedersi nel Nelli (*a*), e nel Targioni (*b*), erano i socj di quest' accademia, cui presiedeva il principe Leopoldo, che n' era l' anima, e che si mostrava anch' egli in tutte le sessioni valente fisico. Non durò più di dieci anni quell' accademia: ma noi abbiamo raccolte, e descritte dal Magalotti le varie sperienze, e le utili scoperte in essa fatte, e possiamo dire con verità, che nè v' è accademia alcuna delle più romorose, che possa in sì pochi anni vantare tante scoperte, nè v' ha libro alcuno di fisica de' più lodati, che in sì brevi pagine contenga tante utili verità. Ma ciò che più fa al nostro proposito, quest' accademia aprì a' filosfi la vera via d' esaminare i fenomeni, di studiar la natura, di penetrare negli aditi della fisica, insegnò in somma la fisica sperimentale. Il Bacone, ed il Galileo avevano colle sperienze ricercata la verità; ma erano per lo più sperienze prese dalle ordinarie, e per così dire naturali operazioni della natura, e queste ci si presentano comunemente troppo complicate, e vestite d' estrinseche circostanze per poterci chiaramente mostrare la verità ricercata; d' uopo è pertanto a tal fine spogliarle di ciò che non appartiene al nostro propo-

(*a*) V. Nelli *Saggio di Storia letter. Fior.*
(*b*) *Not. degli Aggrand. delle Scien. ec.* tom. I e II, par. II.

sito, e farle comparire nell' opportuna semplicità. Il Torricelli incominciò in qualche modo coll'invenzione del barometro a mettere al cimento la natura, e sforzarla con disusate operazioni a scoprire il secreto, che si cercava. Ma gli accademici fiorentini furono in questa parte i veri maestri: essi seppero ingegnosamente pensare le più acconcie sperienze, e disporle nella guisa più comoda, più precisa, e più decisiva, essi inventarono alcuni stromenti fisici, e ne migliorarono altri per rendere colla necessaria esattezza le ideate sperienze; essi avevano l' occhio attento a tutte le circostanze de' più minuti accidenti, e replicavano, e variavano le sperienze, nè profferivano il loro giudizio se non che dilegentemente pesati, ed esaminati in tutti i loro aspetti i fenomeni; essi in somma diedero il vero esempio di fare opportunamente le sperienze, e furono i padri e i primi maestri della fisica sperimentale. Contemporaneamente nella Francia esaminava il Pascal l'aria e i liquori con tanta copia, varietà, e sceltezza di sperienze, che i suoi trattati dell'equilibrio de' liquori e del peso dell' aria servirono a' filosofi ed a' matematici d' eccitamento, e d' esempio per coltivare la fisica sperimentale. Allora il Rohault, animato dallo stesso spirito fisico e geometrico del Pascal, spiegava le questioni della fisica con ragioni, e le confermava colle sperienze. Ottone Guericke nella Germania inventava mac[chi]ne e sperienze per ritrovare alcune fisiche [ver]ità, e gli emisferj magdeburghesi, e la mac-

Pascal.

Rohault.

Guericke.

china pneumatica, ed altre macchine, che hanno molto servito ad illustrare tutta la fisica, sono invenzioni, che faranno immortale ne' fasti delle scienze il nome del Guericke (a).

Boile. Roberto Boile nell' Inghilterra ritrovò al tempo stesso da sè la macchina pneumatica senza cognizione di quella del Guericke, e la condusse a molto maggiore perfezione, inventò altre macchine, e moltissime nuove sperienze intorno all' aria, e scoprì col loro mezzo molte recondite verità, che sono state feconde a' posteriori filosofi d' interessanti scoperte. Si rivolse in oltre ad illustrare con molta copia di sperienze l' idrostatica, gli stessi ajuti recò a' trattati su le proprietà de' corpi, ed a tutta la fisica, e fece servire a vantaggio di questa la poco fin allora stimata chimica, inventò nuovi stromenti e nuove sperienze, introdusse maggiore finezza e destrezza nelle operazioni, avanzò l' arte di sperimentare, e meritò in qualche modo d' essere riguardato da' posteri come il padre e il maestro della fisica sperimentale. L' attezza, la proprietà, e l' esattezza degli stromenti, la sceltezza, e novità delle sperienze, la diligenza, dilicatezza, e sagacità nell' eseguirle, e lo spirito geometrico nel pesare tutte le circostanze, nel riportarle alle ricerche propostesi, e nel ricavarne le legittime conseguenze distinguono gli or nominati fisici, e li levano ad una nuova classe di fisici speri-

(a) *Esper. nova Magdeburg.*

mentali. Altri filosofi tentarono pure d' indagare con isperienze i secreti della natura. Il Porta, il Kirker, lo Schott, il Fabri, il Lana, e parecchj altri fecero molte fisiche sperienze, e giunsero anche a vedere molte nuove verità, che privi de' mezzi opportuni, e impediti da' pregiudizj scolastici non seppero porre nel loro lume; e sarebbe or un utile studio per un dotto, e sagace fisico l' esaminare attentamente i libri di que' filosofi, e ripescare, come in Ennio fece Virgilio, nella storia delle opinioni troppo buonamente da loro abbracciate l' oro di molte curiose, ed interessanti verità da' medesimi ingegnosamente abbozzate. Per quanto li riguardino con disdegno i dilicati moderni, essi erano certamente valenti fisici, e in mezzo a' pregiudizj scolastici ed al rispetto per la dottrina aristotelica, che gli slontanava dalle nuove scoperte, in mezzo all' incolta e volgare loro maniera di filosofare sapevano forse più fisica, che la maggior parte de' nostri presenti fisici con tutta la loro finezza, e scrupolosità. Ma appunto per la loro timidezza, e credulità, e per la trivialità de' loro stromenti, e delle loro sperienze non giunsero a meritarsi il nome di fisici sperimentatori, o furono considerati come sperimentatori peripatetici poco degni della credenza de' filosofi; e la gloria di padri e maestri della fisica sperimentale restò tutta intiera a' poc' anzi lodati fisici.

Altri fisici.

La perfezione degli strumenti è il pregio principale, e quasi il distintivo della fisica spe-

Stromenti della fisica.

rimentale; e perciò i fisici si sono molto studiati non solo d' inventare macchine esattissime, ed acconcie al bramato fine, ma anche d' accrescere alle già inventate esattezza, sicurezza, e comodità. Il primo stromento, che siasi adattato a molti usi de' fisici, e possa pertanto ridursi alla fisica generale, e il termometro, la cui invenzione è atrribuita comunemente all'olandese Cornelio Drebbel, ma gli viene anche non senza ragione contrastata da molti. Il Viviani dà al Galileo la gloria di tale ritrovato, e dice, che essendo stato da lui ideato, ed eseguito verso l' anno 1592, fu poi *dal sublime ingegno del gran Ferdinando II. perfezionato, e arricchito* (*a*). Al Galileo pure lo riferisce il Sagredo in una lettera, che gli scrisse nel 1613. in questi termini: „ Lo „ stromento per misurare il caldo inventato „ da V. S. è stato da me ridotto in forme „ assai comode, ed esquisite (*b*) „ Il Morofio per altro dice, che l' inglese Roberto Fludd voleva spacciarsi per l' inventore del termometro, e che fondava in esso quasi tutta la sua filosofia, le cui pagine si vedono tutte a diritto ed a rovescio ingombrate dalle figure di tali stromenti (*c*). Io non ho mai potuto, e' dirò anche non ho mai cercato di leggere le

Termometro

(*a*) *Vita del Galileo*.
(*b*) V. Griselini. *Mem. anecd. spett. alla Vita ed agli studj di Fra Paolo Servita*.
(*c*) *Polyst.* lib. II, part. II, cap. XVIII.

opere del Fludd, nè posso però giudicare della verità, e del merito di questa sua pretesa invenzione. Ma vedendo nell' esame, che della sua filosofia pubblicò il Gassendo (*a*) quanto esso fosse fanatico, e visionario, ciò che comunemente viene confermato da quanti hanno voluto fare lo stesso esame, osservando che il Viviani riporta l' invenzione del Galileo verso l' anno 1592; dopo il qual tempo viaggiò il Fludd per l' Italia, come per la Francia, e per la Germania, ricercando curiosamente quanto potesse giovare alla maggiore sua istruzione, e riflettendo che il Bruckero racconta (*b*), ch' ei si vantava d' avere presa quest' invenzione da un vecchio codice di cinquecento anni, credo potersi ragionevolmente asserire, che il Fludd non fu in verun modo inventore del termometro, ma che avendolo altrove veduto, o sentitane la descrizione, lo applicò a suo modo alla sua filorofia, e lo fece servire alle sue potenze *boreali*, ed *australi*, o condensante, e rarefaciente, colle quali cercava di spiegare tutti i fenomeni della natura, non l'adoperò, come il Galileo, ed il Drebbel, a' veri usi d' una sagace, ed utile fisica. Altri danno al Santorio l' onore di questa scoperta; ed egli infatti nelle sue opere descrive tre forme diverse di termometri, e n' asserisce per sua l'invenzione (*c*). Veramente il Santorio era dota-

---

(*a*) *Exam. philos. Fluddanae.*
(*b*) *Hist. phil.* t. IV, par. I, lib. III, cap. III.
(*c*) *Comm. in Can. Avic.* lib. I, qu. VI.

to di tanto ingegno per inventare utili macchine, e ce n'ha date realmente tante, che facil cosa gli sarebbe stata il formare da sè anche questa. Ma siccome egli era professore in Padova dopo il 1611, dove era stato parimente per varj anni professore il Galileo, e vi avea ritrovato il termometro, ed applicatolo ad usi fisici, pare più verisimile, che avesse conosciuto il termometro del Galileo, e con questo lume formato il suo, ed applicatolo all' uso della medicina. Hanno pure voluto alcuni ripetere quest' invenzione da Bacone di Verulamio; e certo è, che il Verulamio spessissime volte parla de' termometri (*a*), che comunnemente chiama *Vetri calendari*, e talor anche *termometri*, e *termoscopj* (*b*). Ma egli scrisse così soltanto verso il 1620: e infatti ne parla sempre come di cosa nota, e comune; onde si vede, che non n' era stato l' inventore, ma che già alquanto prima erano conosciuti, e ridotti ad uso comune tali stromenti. Il Drebbel sarà forse l' unico, che possa contrastare al Galileo tale invenzione; nè io vorrò levargli la gloria d' avere originalmente da se inventata questa, come varie altre macchine. Ma non vedendo segnato precisamente da alcuno scrittore l' anno di questa scoperta del Drebbel, e riflettendo altronde, che

---

(*a*) *Nov. org. II Aphor* ec., *Hist. vent.* ec., *Sylv. Sylv.* ec.

(*b*) *Sylv. Sylv.* centur. III.

verso la fine del secolo decimosesto, quando suppone il Viviani inventato dal Galileo il termometro, era egli ancor troppo giovine per spacciar tali ritrovati, credo potere più giustamente attribuire al Galileo non solo l'originalità, ma il primato altresì di tale invenzione. Osservo in oltre, che al principio del secolo decimosettimo si vede molto in uso il termometro nell'Inghilterra; come abbiamo detto del Fludd, e del Verulamio, e poco, o niente nella Germania, dacchè il Guericke, scrivendo verso il 1670., riporta il termometro, o termoscepio come un ritrovato di circa a trent'anni prima (*a*); e questo mi fa pensare, che il Diebbel inventasse il suo termometro mentre era nell'Inghilterra ben accolto dal re Giacomo, cioè dire inoltrato già il secolo decimosettimo, molti anni dopo l'invenzione del Galileo. Ma chiunque siane stato il primo inventore, il termometro rimase molto imperfetto, nè ebbe per molto tempo qualche convenieate esattezza. Gli accademici fiorentini furono i primi che dessero qualche perfezione al termometro: sostituirono all'acqua, e all'aria usata dal Galileo, e dal Drebbel lo spirito di vino, e varie forme, e costruzioni diedero a' tubi, e cinque diversi termometri inventarono più o meno perfetti, di cui far uso

---

(*a*) *Exp. nova* lib. III e XI.

nelle accademiche sperienze (*a*). E il Renaldini, uno degli accademici, poi professore di Padova, fu il primo al giudizio del de Luc (*b*), che desse termini fissi a' termometri, ciò che pubblicò nel 1694. Non furono neppur questi riconosciuti da' posteriori fisici dell'ultima esattezza; e l'Allejo (*c*), il Newton (*d*), l'Amontons (*e*), e varj altri pensarono di sostituire allo spirito di vino il mercurio, l'olio di lino, o altri fluidi, e cercarono altri miglioramenti a' termometri. Frutto di queste speculazioni si può dire il termometro del Fahrenheit. Il de Luc crede, che questi sia stato il primo a servirsi del mercurio nella costruzione de' termometri (*f*). Ma questo primato gli può giustamente venire contrastato dal Lana, il quale certo molt'anni prima l'aveva usato a quel fine (*g*). Forse il Fahrenheit l'avrà adoperato con maggiore finezza, e con migliore effetto; e come in oltre fece una scala, che più adattata gli parve a segnare la giusta gradazione del caldo, si sarà acquistato l'onore

(*a*) *Saggi di nat. esp.* ec., *Dichiar. d' alcuni Strom.* ec.

(*b*) *Recher. sur les modific. de l' atmosph.* §. 122, 428.

(*c*) *Phil. transact.* n. 297.

(*d*) Ivi n. 270.

(*e*) *Acad. des Sc.* 1702, 1703.

(*f*) Ivi n. 430.

(*g*) *Mag. nat. et art.* tom. II, lib. VIII, c. III.

dell' invenzione (*a*). Il Reaumur, non contento di questi termometri, volle soltanto dare al fiorentino maggiore perfezione, e valendosi dello spirito di vino, dando a' tubi maggior ampiezza, e alta scala, formò i termometri, che hanno fra tutti ottenuta la più generale approvazione (*b*). Altro termometro inventò l'Hauksbeo, altro il Dellisle, ed altri, altri fisici, che troppo sarebbe lungo di riferire (*c*) ed altri miglioramenti ha loro aggiunti recentemente il de Luc, il quale ha trattato de' termometri con tanta giustezza di dottrina, e copia d'erudizione, che può riguardarsi come il più benemerito, ed il vero maestro di questa parte della fisica (*d*). Più ancora ha occupata l'attenzione de' fisici l'invenzione del barometro. *Barometro.* La varia sua costruzione, i diversi fenomeni, e le differenti spiegazioni di essi proposte da' fisici, e da' matematici darebbono materia a molte osservazioni, e ad una assai lunga storia. Ma noi non possiamo dire se non che nel 1643 fu inventato dal Torricelli il barometro per dimostrare l'effetto del peso dell'aria, senza che gli possa essere contrastata da alcuno la gloria dell'invenzione, e venne subito abbracciato da tutti i fisici; che Cartesio

---

(*a*) *Transact. philos.* an. 1724.
(*b*) *Acad. des Sc.* an. 1730, 1731.
(*c*) V. *Analecta tranlap.* tom. II, n. XI, an. 1749 de Luc. *Rech.* ec. t. I.
(*d*) Ivi cap. II. ec.

ne tentò un cambiamento, e Pascal ne variò le sperienze col farle in diverse altezze, e col cambiare nel tubo varj liquori; che l'Ugenio, e l'Hook fecero i barometri doppj, ne' quali speravano di ritrovare maggior esattezza; che l'Amontons, il Bernoullì, il Mairan, ed alcuni altri inventarono altri barometri, ed altri miglioramenti; che colle diverse sperienze del Pascal, le quali furono tosto replicate dagli accademici fiorentini (*a*), e poi dal Cassini, e da mille altri in differenti guise verificate, s'incominciò ad osservare, che nelle altezze diverse diversamente discende nel tubo il mercurio, come pure negli strati diversi della atmosfera; e quindi s'incominciò a prendere il barometro, come uno stromento capace di mostrare l'elevatezza dell'atmosfera, di misurare le altezze delle montagne, e di annunziare i cambiamenti del tempo; che diverse furono su ciascuno di questi punti le determinazioni, le teorie del Mariotte, del la Hire, dell'Amontons, del Mairan, e d'altri francesi (*b*); del Wallis, dell'Allejo, e d'altri inglesi (*c*), del Muschembroek (*d*), e d'altri infiniti; che del solo fenomeno osservato per la prima volta dal Picard nel 1676 (*e*),

---

(*a*) *Saggi d'esper.* ec.; *Esper. fatta in Francia* ec.

(*b*) *Acad. des Sc.* an. 1703, 1704, 1714, 1716, ec.

(*c*) *Trans. philos.* n. 9, 10, 55. ec.

(*d*) *Essais de phys.* tom. II.

(*e*) *Hist. de l' Acad. des Sc.* tom I.

e poi dal Bernoulli, d'un picciolo lume, che si vede in alcuni barometri, detti perciò *luminosi*, si sono per molti anni occupati i sublimi ingegni del Bernoulli, dell' Homberg, del Fay, del Mairan, e di molti altri accademici, e rinomati fisici; che l' Amontons osservò il primo i cambiamenti prodotti anche ne' barometri dal caldo, che ha poi dato molto da studiare agli altri fisici, ed ha servito a regolare più esattamente i barometri; che il la Caille, ed il Mayer osservarono l' influenza delle variazioni barometriche su le astronomiche rifrazioni; e che infinite sono le speculazioni, infinite le teorie, infiniti i vantaggj, che hanno saputo ritrarre i filosofi da quel picciolo stromento; e finalmente, che maestro di tutta la scienza barometrica s'è mostrato in questi anni il de Luc, che l' ha arricchita di molti lumi, e ci ha data la più compiuta dottrina di quanto appartiene alla medesima: e noi godiamo di potere rimettere a lui i lettori, che amino in questa materia più distinte notizie (*a*). Per conoscere le variazioni dell' atmosfera prodotte dal umido fecero uso nelle loro sperienze gli accademici fiorentini d'altro stromento ch' e l' igrometro; e l' igrometro da loro usato era invenzione nata in quella corte *d' altissimo, e reale intendimento* (*b*) Ma eransi già prima inventati da diversi ingegni, come dico-

Igrometro.

(a) *Rech. sur les modif. de l' atmosph.* etc.

(b) *Esp.* ec.; *Dich. d' un altro strum.*

no gli stessi accademici, molti e varj stromenti a quest' uso; e molti altri filosofi al sentire le invenzioni fiorentine, come dice il Muschembroek (*a*), si diedero a ricercare i metodi più opportuni per segnare le variazioni dell' aria derivate dall' umido; e molti infatti ne ritrovò il Lana (*b*), e molti se ne vedono nello Sturmio (*c*) nelle Transazioni filosofiche della R. Società di Londra (*d*), negli Atti di Lipsia (*e*), nel Foucher (*f*), ed in molti altri libri di fisica, e recentemente nella grandi opera del Saussure (*g*), considerato a ragione da tutti come il maestro di questa materia, benchè nè esso pure abbia potuto appagare l'esatta scrupolosità del de Luc, del Chiminello, e di qualche altro. Le molte e differenti sperienze, che vollero fare del vuoto gli accademici fiorentini, gli obbligò a fabbricarsi varj stromenti, entro i quali poter conservare il vuoto, e poter agire liberamente. Ma la vera macchina del vuoto, quella, che ha fatto vedere a' fisici tante recondite verità è stata la famosa macchina pneumatica, che ha basato

Macchina pneumatica.

(*a*) Ivi *Additam.* pag. 17.
(*b*) *Mag. nat.* ec. tom. II., lib. VIII.
(*c*) *Colleg. curios.* tentam. XIV, phoen. III. e al.
(*d*) N. 127, 129, 162, ec.
(*e*) An. 1687, 1688, ec. ec.
(*f*) *Traité des hygrometres.*
(*g*) *Essais sur l'ygrom.*

a rendere immortali i nomi del Guericke, e del Boile. Fino dalla metà del passato secolo impegnato il Guerike in varie speculazioni sul vuoto, aveva già ritrovata la macchina pneumatica, ed altre sue macchine, e sperienze; poichè, com' egli stesso racconta (*a*), portatosi alla dieta di Ratisbona nel 1654. dovè eseguirle alla presenza dell' imperatore, e di molti principi bramosi di vedere per se stessi le maraviglie gia prima altronde sentite; e nel 1657. le descrisse, e le chiamò *Magdeburgiche* il P. Gaspero Schott. (*b*), benchè il Guericke non le abbia pubblicate che nel 1671. Al medesimo tempo il celebre Boile, condotto dalle molte ricerche e sperienze, che faceva intorno all' aria, s' ideò da sè una macchina pneumatica, che poi seppe essere stata già eseguita dal Guericke, ma ch' egli accrebbe con tanti miglioramenti, che ha meritato di farla passare a' posteri col nome di *Macchina boileana*. Alcuni anni di poi inventò l' Hauksbeo, o, come crede lo 's Gravesande (*c*), il Papino, una macchina pneumatica composta di due cilindri, che fu perciò detta *doppia*; il Poliniere, l' Homberg, lo's Gravesande, ed alcuni altri aggiunsero qualche maggiore perfezione alla macchina boileana; il Nollet la dispose in guisa, che alle prerogative della macchina semplice univa feli-

(a) *Exp. nova Magdeburg.* Praefat. ad Lecr.
(b) *De arte mecb. hyraulico pneumat.*
(c) Praef tert. edit.

cemente i comodi della doppia (a); ed anche posteriormente gl' ingegnosi artefici diretti da' fisici hanno saputo recare tanti pregj di comodità, sicurezza, esattezza, e facilità, quanti usi, e vantaggi essa presta a tutta la fisica. Con queste ed altre simili macchine sì fine, ed esatte si accrebbe il genio, e si perfezionò l' arte di fare le sperienze; e coll' uso di queste s' acquistò un colpo d' occhio più acuto e più sicuro, e maggiore attenzione e diligenza nell' osservare ogni cosa. Aggiungevasi a tutto questo lo spitito geometrico, il quale dava la sagacità di trovare le relazioni e i rapporti, e farne i giusti confronti, e la dovuta circospezione di pesar tutte le ragioni, e di procedere con riservatezza ne' giudizj, e nelle asserzioni; e con questi mezzi si coltivava utilmente la fisica, e dalle semplici congetture, e dagl' infondati raziocinj degli antichi, da' vani sogni, e dalle stravaganti chimere degli scolastici si passava a rigorose scoperte, ed incontrastabili verità. Quindi i più severi geometri s' adattarono agevolmente ad una sì giusta ed esatta fisica, nè disdegnarono l'Ugenio, il Mariotte, l' Amontons, il la Hire, l' Allejo, e molt' altri di maneggiare con uguale studio gli stromenti meccanici, che i matematici calcoli, e poterono così ridurre alcune fisiche congetture a geometriche dimostrazioni. Le leggi del moto, le forze de' corpi, l' azione de' fluidi e

(a) *Acad. des Sc.* 1740.

de' solidi, ed altri importanti punti di fisica colle sperienze, e co' calcoli di que' grand'uomini riceverono tutto il lume della più sagace fisica, e della matematica più severa.

Uso de' sistemi.

Erano nondimeno molto in voga ancor a que' tempi i sistemi; ed anche i più rigorosi geometri, quando entravano a trattare punti di fisica, difficilmente li sapevano abbandonare. L' Ugenio stesso, che di tante sicure verità, ed incontrastabili scoperte arricchì la fisica, e la matematica, al cercare la cagione della gravità abbracciò il sistema di Cartesio, e si lasciò sedurre da speciose sperienze, e da sottili ragionamenti senza poter toccare la verità. Il vero trionfo, e il sovrano onore della fisica comparve colle sublimi opere del Nevvton. Galileo meritò somma lode per l' utilissimo pensiero d' unire alla fisica le geometrìa, e questa felice unione gli produsse tante scoperte, che il suo nome sarà sempre onorato alla testa de' più illustri autori di scientifici ritrovati: L' Ugenio nobilitò ancora più la fisica, assoggettandole in suo ossequio una geometrìa assai più sublime di quella del Galileo. Ma il Nevvton fu quegli, che seppe presentare nel vero suo lume, e divinizzare in qualche modo la fisica, levandola sopra tutte le altre scienze, e facendole tutte servire al suo splendore, ed a la maggiore sua gloria: l' algebra più recondita, la più profonda geometrìa, le più astratte dimostrazioni, i calcoli più intricati, tutto s' ar[illegible] nelle mani del Nawton al rischiarimento d[illegible] la fisica: la severità della geometrìa si co-

Newton.

municò parimente alle sperienze ed osservazioni: le più squisite sperienze non appagavan la sua esattezza, se non erano replicate più volte colla maggiore diligenza ed attenzione; nè lasciavasi condurre il suo giudizio a profferire alcuna asserzione, se non era obbligato dall' evidenza della verità. Non immaginazioni e sistemi, non mere opinioni ed ingegnose congetture, per quanto avessero apparenza di qualche ragione, ma sperienze, calcoli, e rigorose dimostrazioni formano il corpo della fisica nevvtoniana. Questa fu l'epoca d'una nuova e più gloriosa rivoluzione nella fisica; ed allor nacque per opera del Nevvton una nuova scienza, come nuova scienza era stata la fisica nelle mani di Galileo. Alle proprietà generali de' corpi dimostrate da' moderni filosofi n' aggiunse il Nevvton due altre, inerzia, ed attrazione; e senza ricercare le interne cagioni e gl' intimi principj, onde sì queste proprietà generali, come altre particolari derivino, ricavò da esse nuove verità, e le fece servire alla più intima cognizione delle operazioni della natura. Le forze de' corpi, i moti de' solidi e de' fluidi, e le più importanti materie della fisica generale furono da lui arricchite d' interessanti scoperte, e tutta la fisica ricevè nuovi lumi (*a*) Non volle il giudizioso Nevvton, su l' esempio del Galileo, essere autore di sistemi, nè farsi capo di

(*a*) *Philos. nat. princ. math.*; *et Optic.* ec.

setta; ma ebbe nondimeno la gloria di vedere tosto abbracciare la sua dottrina persone d'ogni professione e d' ogni classe, e tutti i buoni fisici suoi nazionali dichiararsi attaccatamente suoi seguaci, di trarre a sè poco dopo la sua morte i suffragj di tutta la dotta Europa, e di rendere in breve tempo tutta la fisica newtoniana. Contemporaneamente il Leibnizio, più ardito del Newton, non potè stare a tanta ritenutezza, ma volle fare un sistema; e rinnovando in qualche modo, come crede il Dutens (*a*), i numeri pitagorici, finse le sue monadi colle loro forze attive, e rappresentative, e con differenti qualità; e sostenne, che un corpo, o un composto non fosse che un aggregato di monadi, e la generazione un' evoluzione, e la morte un' involuzione, per così dire, di esse; e disse tante altre cose, che nè v' ha alcuno, che possa intenderle, nè egli stesso le intese (*b*). Non era più quello il tempo di correre dietro i sistemi, nè compariva tale il sistema del Leibnizio da procacciarsi molti seguaci. Non n' ebbe infatti che pochi, e quasi tutti fra' suoi nazionali. Il Wolfio volle riprodurlo con qualche piccolo cambiamento, e non fu molto più felice (*c*). Anche il Boscovich più recentemente lavorò un suo sistema sul fondo del Leibniziano, e

Leibnizio.

Wolfio

Boscovich

(*a*) *Recherch.* ec. sec. par., cap. I.
(*b*) *Leibn. Oper.* tom. II., p. 20. ec.
(*c*) *Phys.*

l'applicò a tutti gli attributi de' corpi, e a tutti i fenomeni della natura, ed ebbe la sorte di applicarlo molte volte con buon successo, e sempre con molto ingegno (*a*); ma giacque anche questo, come tutti gli altri, dimenticato, e negletto. I sistemi sono stati in altri secoli troppo stimati, e in questo all'opposto sono forse troppo in discredito. I sistemi arbitrariamente fondati senza l'appoggio de' fatti, e sostenuti con ostinazione hanno spesse volte accecati i filosofi, e fattili traviare dal diritto sentiero per arrivare alla verità. Ma i sistemi istituiti con fondamento, e sostenuti con moderazione possono essere utili, e spesso anche sono l'unico mezzo di fare nuove scoperte, e di trovar nuove verità. Non si sarebbe portata sì avanti l'astronomìa, se non avesse prudentemente abbracciate pe' suoi calcoli ipotetiche teorìe, nè sarebbonsi scoperte tante verità nella dottrina dell'elettricità; ed in tutte le altre parti della fisica, se non fossero state dirette le ricerche dall'amore di qualche sistema. Lo spirito sistematico ha i suoi inconvenienti, ed i suoi vantaggi, che noi lasciamo ad altri discutere, ed osserviamo soltanto, che sebbene in questo secolo sono affatto caduti di prezzo i sistemi, non hanno saputo nondimeno molti grand' uomini astenersi dal farne nuovi e grandiosi; ma nessuno ha

(*a*) *Theor. phil. natur. redacta ad unam leg. vir. ec.*

potuto giungere a formarsi una vera setta. Noi però tralasceremo da parte i sistemi del Burnet, del Wodwart, del Maillet, del Leibnitz, del Wisthon, e di tant' altri, perchè sebbene hanno mostrato la vastità, e l'acutezza del loro ingegno, ed hanno anche recato qualche vantaggio alla fisica, pur sono rimasti privi dell' onore d'avere molti seguaci, nè deonn in mezzo a tant' altri punti più importanti interessare gran fatto la nostra curiosità, nè trattenere la nostra attenzione.

Difficoltà d' introdursi nelle scuole la fisica newtoniana.

L'esempio del Galileo, del Cartesio, dell' Ugenio, del Leibnizio, e del Newton impegnò i matematici a trattare la fisica, e in mezzo alle dimostrazioni geometriche ingolfarsi nelle fisiche disquisizioni. I Bernoulli, il Keill, il Maclaurin, il Poleni, il Varignon, il Wolfio, ed altri profondi geometri coltivarono con molto studio la fisica, e l' illustrarono con varj scritti. Aveva ancor nondimeno molti seguaci la fisica cartesiana, non sol nelle scuole, ma eziandìo presso gli stessi matematici, ed altri fisici più accurati. Bernoulli, Molieres, Fontenelle, ed altri fisici, e matematici facevano i loro sforzi per mantenere i vortici cartesiani, che incominciavano a dissiparsi; è l' attrazione newtoniana trovava delle opposizioni, non solo dal volgo degli scolastici, ma eziandìo da' filosofi più rispettabili. I pregiudizj dell' èducazione, e l'attaccamento a' principj scientifici, a cui abbiamo applicati i nostri studj non ci lasciano facilmente ricevere nuove dottrine, e scancellare le an-

tiche, e come dice Orazio (*a*), confessare nella vecchiaja degno di disprezzo ciò che abbiamo imparato nella gioventù. La filosofia del Cartesio, tuttochè amena, e seducente, non potè nondimeno introdursi da principio nelle scuole: l'arido ed oscuro gergo dell'aristotelica, che vi s'insegnava, prevalse per molto tempo a' lusinghieri suoi vezzi; e i maestri educati nell'antica dottrina nè volevano dare orecchio alla nuova, nè permettevano a' giovani, che imparassero ciò ch'eglino non sapevano. La filosofia cartesiana introdotta già nelle scuole fece per la stessa ragione la medesima opposizione alla newtoniana; ma questa in oltre dava in se stessa un'apparente ragione a' suoi avversarj per non volerla ricevere. Quando i cartesiani avevano quasi soggiogati i peripatetici, e sbandite le loro forme, e qualità occulte, la fisica newtoniana fondata su la forza d'inerzia, su l'attrazione, sui principj occulti della fermentazione, e della coerenza de' corpi, e su altre forze, ed altri principj doveva incontrare gravissima opposizione. I peripatetici trattavano queste forze come le loro qualità occulte, ed anzi che ricevere que' nuovi principj volevano starsi alle loro antiche qualità: i cartesiani rigettavano per la stessa ragione l'une e l'altre, nè volevano riconoscere nella fisica che forze, e cagioni meccaniche. Aveva già il Newton preveduta quest'op-

(*a*) *Ep. ad Aug.*

posizione, e le aveva data preventiva risposta, facendo vedere la differenza delle qualità peripatetiche dall' attrazione, e dagli altri suoi principj, ch' ei solo riguardava come leggi della natura, dalle quali traevasi la chiara e vera spiegazione de' suoi fenomeni (a); ma non tutti volevano leggere le sue ragioni, o sapevano intenderle, e seguitavano ciecamente ad escludere l' attrazione, e la fisica nevvtoniana. Il Keill, il primo, come dice il Desaguliers (b), che formasse un corso di fisica esperimentale, mentre gli altri non davano che un corso di sperienze, fu il primo, che insegnò in quel suo corso la fisica nevvtoniana. L' Hauksbeo, men profondo del Keill nella geometrìa, ma più destro nel maneggiare le macchine, e fare le sperienze, seguì parimente la medesima dottrina. Il Maclaurin, più sublime geometra che l' Hauksbeo ed il Keill, e vivamente impegnato per la gloria del Nevvton, come scrisse la più dotta illustrazione del suo calcolo delle flussioni e della dottrina geometrica, così volle dare altresì un' erudita e profonda sposizione della sua filosofia (c), e la fece conoscere, e rispettare anche fuori dell' Inghilterra. Il Pemberton, e altri inglesi sposero al pubblico in varie guise i principj nevvtoniani. Ma il più chiaro illustratore, e propaga-

Primi introduttori di essa Keill.

Hauksbeo.

Maclaurin.

(a) *Optic.* quaest. ult.
(b) *Cours de phys. exp.*, praef.
(c) *Expos. de la phil. nevvton.*

tore di quella fisica fu veramente il dotto fisico Desaguliers. In Oxford, in Londra, e nell'Olanda diede pubbliche lezioni, ed insegnò a migliaja d'uditori la dottrina nevvtoniana: nuove ed ingegnose macchine, chiare e decisive sperienze, rigorose e convincenti dimostrazioni erano i mezzi, con cui la presentava alla comune intelligenza, e la faceva intendere, e gustare da' dotti, e dagl' indotti. La Francia si teneva ancor attaccata alla filosofia del suo Cartesio; nè voleva seguire la nuova dottrina d'un filosofo inglese: i vortici cartesiani dominavano nella Francia, come nella nativa loro reggia, e chiudevano l'adito all' attrazione nevvtoniana. Il primo a predicarla, e metterla in buona vista a' francesi fu il Maupertuis, il quale la fornì di tante ragioni, e le diede sì bello aspetto, che la fece tosto abbracciare dagli accademici, e da' migliori genj di quella nazione (*a*). Questo fu il trionfo della fisica nevvtoniana, vedersi accolta dall' accademia delle Scienze di Parigi, sedere dominante e sovrana in quella dotta assemblea, fu il colmo della sua gloria; nè potè dirsi pienamente sicura dell'immortale suo splendore, se non quando si vide in quel' accademia confermata, e assodata colla predizione della cometa del Clairaut, e principalmente colla spiegazione della precessione degli equinozj dell'

Desaguliers

Maupertuis.

(*a*) *Acad., des Sc. 1732; Diss. sur les diff. fig. des astres.*

Alembert. Il Boscovich, lo Stay, l' Algarotti, il Frisio, i matematici, i poeti, e i begli spiriti promossero nell' Italia la fisica nevvtoniana. Abbracciolla anche la Germania, tuttochè prevenuta per le opinioni del Leibnizio: tutta la colta Europa le fece grata accoglienza, ed or tutte le nazioni, per parlare coll'Algarotti (*a*), contribuiscono allo stabilimento della dottrina inglese, come altre volte contribuivano alla ricchezza dell' impero romano. La fisica nevvtoniana era in realtà la vera fisica, e dietro ad essa sono venuti i gran fisici, che sono anche oggidì riconosciuti pe' veri maestri.

La maggiore sottigliezza, e finezza, che s' era introdotta nella geometrìa dopo il calcolo delle flussioni, entrò anche nella fisica dopo la propagazione della filosofia nevvtoniana. Il Desaguliers è il primo fisico di questa nuova epoca. Le più recondite verità della fisica, ritrovate dal Nevvton a forza di calcoli, e di geometriche operazioni, sono state da lui dimostrate con chiare e convenienti ragioni, e presentate agli occhi di tutti con varie ed adattate sperienze, ricevendo dalle sue mani l'impronta della sodezza ed incontrastabilità. Alla destrezza e maestrìa di fare le sperienze univa gran sagacità per isviluppare le materie più astratte, e nobilitava queste virtù collo spirito d' invenzione. Egli ha ritrovate da sè al-

Descguliers.

(a *Lettera al P. Saverio Bettinelli.*

cune nuove proposizioni, ha inventate nuove sperienze, e nuove macchine, n' ha migliorate altre, ha arricchite le arti di nuove invenzioni, ed ha data nuova perfezione alla fisica. Molte sue macchine sono ancora in uso nelle scuole, e nella società; e il suo corso di fisica è il primo corso, che venga citato con venerazione da' fisici, e da' matematici. Ma il corso di fisica del Desaguliers non era un corso completo, nè abbracciava tutta la fisica: le sue macchine, le sue sperienze, e le sue scoperte n' occupavano una gran parte; la meccanica era il principale, e quasi l' unico soggetto delle sue lezioni; l' altre materie venivano leggermente trattate, e molte eziandio erano affatto omesse; in somma mancava ancora una fisica, che potesse dirsi completa. Questa fu l' opera del gran fisico e matematico 'sGravesande. Versato profondamente in ogni punto della fisica entra in tutti con possesso e maestrìa, ne dimostra matematicamente i principj, e li prova colle sperienze, abbraccia in alcuni punti le altrui dottrine, ma le corregge, le migliora, e le accresce colle interessanti sue scoperte, ed è in altri intieramente originale, ed inventore di nuove teorìe: la severità geometrica regola le sue ragioni e le sue sperienze; produce per maggior esattezza nuove macchine e nuove sperienze, e se n' adopera anche delle inventate da altri, le raffina, e parfeziona con qualche suo miglioramento; e i suoi *Elementi matematici della fisica* sono il primo corso, che possa dirsi pieno e

'sGravesande.

empiuto, in cui siensi vedute in tutti i rami
i quella scienza sostituite dimostrazioni e spe-
ienze ad ipotesi e congetture, e forse anche
l corso il più sodo ed istruttivo, che abbia-
no ancora presentemente. La teorìa delle for-
e era una parte della nuova fisica di cui
iente erasi detto dagli antichi, e poco ancor
a' moderni. Lo 's Gravesande la trattò con
nolta profondità, si prese a sviluppare la natu-
a, la generazione, e la distruzione delle for-
e, le loro differenze dalle pressioni, le loro
nisure, le loro azioni, e quanto appartiene in
enerale alle forze, e fu il padre e maestro di
uesta parte interessante della fisica (a) Agi-
avasi allora ardentemente la questione delle
orze vive, di cui abbiamo altrove parlato: il
Leibnizio fu l'autore della nuova misura di
lette forze; il Bernoulli, il Poleni, ed alcuni
ltri n'erano i valorosi sostenitori: lo 'sGrave-
ande, prima contrario alla nuova dottrina,
saminando poscia più attentamente tutta la
teorìa delle forze, la giudicò sì ragionevole,
e ben fondata, che confessò apertamente con
filosofica ingenuità il creduto suo errore, e si
studiò d'inventare nuove speranze, e d'appli-
care più forti sostegni a quella combattuta
opinione, d'acquistarle nuovi seguaci, e di
compensarle con importanti servigj il tor-
to, che per qualche tempo le aveva fatto. La
teorìa della percossa quindi didotta, nuove

(a) *Elem.* ec. lib. II.

scoperte, e nuove verità, o nuove pruove, di maggiore forza, o chiarezza, o qualche nuovo vantaggio recato ad ogni punto della fisica sono i meriti, che fecero rispettare fin d'allora lo 'sGravesande come l'autore d'una nuova fisica, e fanno anch'oggidì studiare i suoi libri come i più classici e magistrali in questa vastissima scienza. Le lezioni del Desaguliers, e dello 'sGravesande fecero conoscere a' dotti la vera fisica, e n' ispirarono in tutti la stima, ed il gusto. Ma la fisica di que' due maestri era fondata nelle matematiche, ed appoggiata alle geometriche dimostrazioni non meno che alle sperienze, abbisognava de'lumi delle scienze esatte, e perciò molti, anzichè sentire le spine delle matematiche, amavano di restare privi de' frutti della vera ed utile fisica. D'uopo era dunque d'un nuovo genio, che senza ingombro di calcoli, e di figure geometriche spiegasse la fisica con maggiore chiarezza e semplicità, e trattando, per così dire, fisicamente la fisica, rendesse più facile, e più alla portata della comune intelligenza lo studio della natura. Questi fu il fisico Muschembroek, il quale istruito colle lezioni dello 'sGravesande, del Boerahave, del Desaguliers, e del Newton, e fornito di sagace ingegno, e d'instancabile applicazione possedeva profondamente tutta la fisica, ed era in istato di comunicarla agevolmente agli altri. Così fece compiutamente nel suo *Saggio di fisica*, dove esponendo con chiarezza e semplicità i fondamenti, ed i primi principj di

Muschembroek

quella scienza, ed illustrandoli con esempj, e con fenomeni particolari, ebbe la gloriosa sorte di poter istruire gli studiosi, e dare eziandio a' dotti nuovi ed utili lumi. Questo saggio fu certo di un gran vantaggio a tutta la fisica, e non solo propagò il suo studio, ma a quasi tutte le materie comunicò nuovi rischiarimenti. Ma forse le giovò ancora più il Muschembroek con alcune particolari ricerche, dove seppe produrre più originali scoperte: e per ciò che risguarda la fisica generale la sola dissertazione su la coerenza dei corpi, su cui avevano scritto il Galileo, il Mariotte, il Leibnizio, il Varignon, e molt' altri, è talmente ripiena di nuovi lumi, che basta ad innalzarlo fra' più illustri fisici, e i più benemeriti di quella Scienza. L' uso continuo, e la lunga pratica di macchine, e di sperienze gli presentarono mille viste per meglio eseguirle, e lo resero più avveduto ed accorto nel ricavarne le conseguenze; nè si fidava intieramente delle altrui sperienze, come nè pur delle sue proprie, nè ardiva didurne conclusioni, o stabilire principj, se non aveva potuto a suo genio replicarle, e variarle in guise diverse. Questa cautela e riservatezza gli fece scoprire, e correggere non pochi falli d'altri filosofi nelle sperienze, e molti più nelle deduzioni, e gli diede diritto d'erigersi in legislatore, e maestro dell'arte di sperimentare: la sua orazione sul modo di fare le spe-

rienze (*a*) è il codice delle leggi di quest' arte sì necessaria a' filosofi, ed un nuovo e prezioso dono fatto da lui alla fisica. L' invenzione di nuove macchine, e di nuove sperienze, come poi diremo parlando della fisica particolare; i suoi comenti su le sperienze dell' accademia del Cimento, dove ha sparsi nuovi lumi, e proposte varie scoperte, tutte in somma le gloriose ed utili sue fatiche servono a rendere immortale ne' fasti della fisica il nome del Muschembroek. La fisica newtoniana, la fisica sperimentale, la rigorosa ed esatta fisica restò stabilita e fissata colle sperienze, e colle lezioni del Keill, dell'Hauksbeo, del Desaguliers, dello 'sGravesande, e del Muschembroek; ma abbisognava ancora d' un nuovo genio, d'un ingegnoso ed ameno filosofo, che la ripulisse, ed ornasse e l'abbellisse di quelle grazie, che potessero rendere amabile la sua severità, ed invaghire del suo studio e le più gravi, e le più delicate persone. Venne a questo fine il Nollet, scelto dalla natura per divolgare e rendere palesi a tutti gli uomini i suoi secreti, ed ispirare in tutti l' amore del suo studio. Tutto nella sua fisica è ordine, chiarezza, precisione, ed eleganza: dotta e giudiziosa la scelta delle questioni, limpida e schietta la sposizione, chiara la descrizione delle sperienze, che deono servire alla decisione, giusta la spiegazione degli effetti che ne risultano, tut-

Nollet.

(*a*) *Orat. de meth. inst. exp. phys.*

to in somma diligente ed esatto, tutto culto e gentile, tutto splendido e luminoso. Che intima e profonda cognizione di tutti i fenomeni della natura! Che giusta ed elegante spiegazione! Alle dimostrazioni matematiche, che egli non fa che indicare, sostituisce pruove di sperienze, che hanno il vantaggio di sottomettere al giudizio de' sensi le verità intellettuali, e d'essere alla portata di maggior numero di lettori. Della soluzione delle proposte questioni fa dotta ed utile applicazione a' fenomeni della natura, ed alle operazioni dell'arte, e rende più amena e dilettevole, più curiosa ed istruttiva la sua dottrina. Nelle stesse macchine, e nelle stesse sperienze cerca le più aggradevoli forme, senza punto alterare le qualità loro essenziali; e questi ornamenti sono, per così dire, i fiori, con cui egli presenta gaja e festosa la severità della fisica, e la fa amare da tutti. Infatti dal Nollet si può prendere l'epoca dell'universale propagazione della fisica sperimentale, dopo le sue lezioni sono diventati comuni non solo alle pubbliche scuole, ma ancora a molte case private i gabinetti di macchine, e i corsi di sperienze; perfino alle donne, e ad ogni ceto e condizione di persone si sono sparse le cognizioni di fisica, ed è stato per la fisica il Nollet ciò che il Buffon per la storia naturale, lo svelatore de' suoi secreti, e il propagatore del suo impero: e questo sol merito, lasciando quello delle molte sue scoperte, che più appartiene alla fisica particolare, l'inalza alla gloria d'essere

annoverate fra' padri e maestri della vera fisica, è come uno de' più benemeriti del suoi avanzamenti.

Matematici illustratori della fisica.

A questi diligenti fisici, che indagavano, e confermavano colle sperienze le fisiche verità, si deono aggiungere i matematici, che le seguivano altronde con algebraiche e geometriche dimostrazioni; anzi comunemente i calcoli, e le figure hanno scoperte verità, che hanno prima accennate, e poi hanno confermate, e rischiarate le sperienze, e le osservazioni. Le scoperte della meccanica, dell' idrostatica, e di gran parte dell' astronomìa, da noi altrove toccate, non sono che cognizioni di leggi, e di fenomeni della natura, che appartengono alla fisica generale; e i gran nomi de' Bernoulli, del Maupertuis, del Clairaut, dell' Eulero, dell' Alembert, e di tant' altri famosi geometri allor lodati, potrebbono quì aver luogo a coronare gloriosamente la lista degli or nominati fisici. Colle ingegnose e dotte fatiche di questi, e d' altri fisici e matematici la fisica generale, soggetto prima soltanto di vani cavilli, e di litigiose opinioni, è diventata feconda d' utili verità, e di sicure teorìe interessanti l' arti e le scienze. Lasciando a' metafisici, ed agli oziosi speculativi il ricercare i principj, che costituiscono, l' estensione, e il decidere dell' infinita divisibilità de' primi elementi della materia, quanti curiosi fenomeni della natura, e quanti prodigiosi fatti dell' arte, risguardanti la porosità, divisibilità, ed estensione de' corpi, non hanno scoperti o rischiarati

i moderni fisici? Con mille esempj, e con infinite osservazioni s' è ritrovata l' attrazione proprietà generale di tutti i corpi, quale la credè il Newton, e generale parimente s'è riconosciuta, e dimostrata nelle gran distanze la legge da lui fissata di seguire la ragione inversa de' quadrati delle distanze; e cercasi di deciderla tale ugualmente nelle vicinanze, e nelle contiguità, e spiegare con essa molti fenomeni de' corpi terrestri, come giustamente si spiegano tutti que' de' celesti, benchè la complicatezza delle circostanze renda molto difficile la decisione. Derivare da' fenomeni della natura, dice il Newton (a), due, o tre generali principj del moto, e poi spiegare come da questi principj provengano le proprietà, e le azioni di tutte le cose corporee, questo sarebbe un grand'avanzamento nella filosofia, ancorchè le cagioni di tali principj restassero sconosciute: e questo e quel, che hanno fatto, e che tuttor seguitano a fare i moderni fisici, e ci hanno infatti mostrate molte verità, ch' erano state affatto nascoste a' nostri maggiori per essersi all' opposto impegnati in iscoprir le cagioni de' principj, senza cercare i fenomeni, onde stabilire tali principj, nè le spiegazioni, che da questi si potrebbono ricavare. Mentre gli or nominati fisici cercavano colle sperienze di avverare alcuni fenomeni, e da questi derivare alcuni principj, il Mairan, non men di- *Mairan.*

(a) *Opt.* quest. ult.

ligente fisico, che profondo geometra, voleva per altra via penetrare nelle operazioni della natura. Presentavasi un fenomeno alla sua contemplazione, ed egli ne scrutinava le relazioni e i rispetti, ne sviluppava le connessioni, ne seguiva le differenti diramazioni, e tutto lo comprendeva nella maggiore sua ampiezza, e in tutta la sua vastità. Esamina la formazione del diaccio (*a*)? ricerca la cagione generale del freddo nell'inverno, e del caldo nella state (*b*)? S'innalza fino al sole calcolando la vibrazione, la dispersione, e la forza de' suoi raggi ne' diversi tempi dell'anno, e ne' luoghi diversi dell'orbita della terra; si profonda nel centro di questa, producendovi un fuoco, che spande alla superficie il suo ardore, e combinando l'attività di questo caldo con quello, che deriva da' raggi del sole, spiega con esattezza, e chiarezza quanti fenomeni di caldo, e di freddo s'osservano in tutte le stagioni, e in tutti i punti del globo terracqueo, e forma una teoria ch'è stata feconda d'altre bellissime nelle mani del Buffon (*c*), e del Bailly (*d*). La natura de' sali e de' liquidi, l'evaporazione, e l'ebollizione, e mille altre teorie fisiche sono messe a contribuzione di quelle sue diligenti ed affatto filosofiche ricerche.

(*a*) *Dissert. sur la glace.*
(*b*) *Accad. des. Sc.* an. 1718, 1721.
(*c*) *Suppl.* ec. tom. IV. in 12.
(*d*) *Lettr. sur l'orig. des Sciences.*

L' aurora boreale non era per gli altri fisici che una semplice meteora: per lui diventa un fenomeno cosmico, che appartiene alla costituzione generale dell' universo, e che deriva *dal lume zodiacale* scoperto dal Cassini, il quale si compone dalle particole luminose slanciate dal sole colla sua rotazione, e attratto dalle comete forma la loro coda, e la loro capigliatura, attratto dalla terra l' aurora boreale; ed interessa così la teorìa del sole, delle comete, e della terra, collega tanta parte de' corpi celesti, e dà molto lume a tutta la fisica astronomìa (*a*). La riflessione de' corpi sembrava non essere suscettibile d' alcuna nuova discussione; ma nelle sue mani divenne una teorìa generale e luminosa, che rischiara i corpi riflettibili, i piani che li riflettono, e gli angoli convenienti d' incidenza, e di riflessione, con cui si devono riflettere, e fa divenire la rifrazione un caso particolare della riflessione, si accorda colla natura del lume, e collo stato nei fluidi, colla diottrica, e colla catottrica, e si comunica a tutte le scienze (*b*). Anche la fisica, per così dire, pratica ha ricevuti da lui parecchi miglioramenti. Egli inventò un barometro per le sperienze del vuoto, più semplice, e più maneggevole che il comune, ed è stato adottato da' fisici. La tesa, che ha servito per le esattissime misure

---

(*Traité phys. et hist. de l' Aur. bor.*
(*Acad. des Sc.* an. 1722.

richieste nelle operazioni geodetiche, e in altre interessanti fatture, è stata regolata e raffinata da lui. Da lui fu determinata coll'ultima accuratezza, e scrupolosità la giusta e precisa lunghezza del pendolo in Parigi, per servire di corrispondenza a quelle delle altre parti del globo; e solo il vedere le infinite mire, e la somma sagacità, che impiegò in questa determinazione, basta per istimarlo, quale egli è, uno de' più attenti e pazienti osservatori, e de' più sottili e felici inventori, che possa vantare la fisica.

Stato presente della fisica

Dopo il Mairan, e i sopra lodati fisici sperimentatori non ha fatti la fisica sì romorosi progressi; ma non è rimasta priva di gran numero di coltivatori, e vanta molte scoperte. Le scienze tutte sembra, che or vogliano unirsi alla fisica, e contribuire al suo ingrandimento, e tutte le mandano nobilissimi professori, che concorrono ad illustrarla. L'inglese Guglielmo Jones vuole, che sieno quattro forme di filosofia; mitologica, medica, sperimentale, e sacra, e che tutte deggiano essere conosciute da chi voglia comprendere nella dovuta sua estensione la fisica; e fa vedere con molti esempj, che la teologia ha con questa un'alleanza più stretta che non si crede (*a*). A dire il vero nè la fisica sacra del Valles, nè quella dello Scheuchzero più erudita, e più

(*a*) *Saggio sopra i principj della Filosofia naturale*.

piena, nè altri simili trattati d' altri fisici o teologici scrittori non hanno apportati alla fisica tali rischiarimenti da dovere invogliare i filosofi d' un simile studio; e noi crediamo, che tali investigazioni prese cautamente più possano giovare alla letterale illustrazione de libri sacri, che a' veri avanzamenti della fisica. Dall' altre scienze naturali riceve questa maggiori vantaggi. I naturalisti Wallerio e Buffon hanno prodotti sistemi fisici più ingegnosi che veri, ma che sono stati nondimeno fecondi di scoperte, o almeno di sperienze, e d'osservazioni, che senza d' essi non sarebbero mai venute in pensiero a' filosofi (*a*). Anche presentemente il Marivetz lavora con molto impegno per promovere, e sostenere, benchè finora abbia ritrovati pochi seguaci, un suo nuovo sistema conciliatore di molte opinioni, che sembravano fra loro discordi, e distruttore d' alcune altre tenute comunemente in gran pregio, ed internasi a questo fine in profonde meditazioni, ed in curiose ricerche de' fenomeni, e delle forze della natura. La fisica sperimentale per opera dell' Atwood, del Maghellan, e di molt' altri ingegnosi fisici, e dotti artefici ha ridotte a tale perfezione le macchine, e le sperienze che fanno quasi dimenticare la maggior parte di quelle inventate ed usate da' celebrati maestri. La chimica s' è legata

---

(a Waller *Dell' origine del Mondo e della terra art.* Buffon *Epoc. de la nat.*

sì strettamente colla fisica, che la segue in tutte le sue ricerche, e si presta fedelmente a tutte le sue speculazioni: i più celebri fisici presentemente sono chimici, e con chimiche operazioni si risolvono le principali questioni della fisica. La matematica si va sempre più attaccando alla fisica, ed or l'algebra e la geometrìa, e tutta la matematica pura ha per oggetto la fisica matematica, e tutti i suoi sforzi consacra al maggiore avanzamento della medesima. Mentre il la Grange, e il la Place, e tutti i più valenti matematici cercano d'illustrare matematicamente la fisica, il Monge, ed il Charles forniti di tutti gli ajuti della più sublime matematica sono intesi a trattarla fisicamente, e presentarle tutti i sussidj de' calcoli, e delle sperienze, de' matematici e de' fisici ragionamenti. Non solo i pesi de' liquori diversi, non solo le differenti spezie d'arie, ma tutte le parti della fisica ricevono dal Brisson, e da Sigaud de la Fond alcuni nuovi rischiarimenti. Il Priestley, il Kirvan, il Crawford, ed altri inglesi; il Marat, il Lavoisier, il Bertolon, ed altri francesi, l'Achard, l'Ingenhousz, il Volta, il Fontana, il Senebier, il van Swinden, e molt' altri d'altre nazioni arricchiscono ogni giorno la fisica di nuove scoperte; e creandole, per così dire, nuovi rami e nuovi generi di cognizioni la levano a maggiore ampiezza ed estensione, e la fanno cambiare d'aspetto Ma tutti questi appartengono più che alla fisica generale alla fisica particolare, ed alla chimica; e noi pertanto

riserviamo il parlarne al trattare, che ora faremo di queste scienze.

CAPITOLO II.

Della Fisica Particolare.

L'antica fisica, essendo ancor nell' infanzia, avrebbe dovuto ristringersi all' osservazione de' fenomeni, e lasciare la decisione a' posteri più illuminati. In tutte le scienze, ma più particolarmente nella fisica, fa d' uopo di molte osservazioni per poter fissare una verità, e scacciare la folla degli errori, che la precedono comunemente. Ma gli antichi filosofi non seppero tenersi in sì giusta riservatezza; furono poco pazienti per osservare, ed ebbero troppa fretta, e presunzione di decidere; onde privi delle necessarie osservazioni non fecero che innalzare sopra semplici probabilità, o sopra frivole apparenze congetture e sistemi, vane risorse di chi in vece di studiare la natura cerca d' indovinarla. Seneca fra' latini (*a*), e fra' greci Plutarco, o chi che siasi l' autore de' libri interno alle opinioni dei filosofi (*b*), che sono fra le sue opere, ci dan-

Fisica degli antichi.

(*a*) *Quest. natur.*
(*b*) *De placit. phil.*

no i più ampj corsi della fisica degli antichi, e più distintamente ci mostrano quali fossero le materie, che trattavano nelle dibattute loro questioni, e quali le diverse opinioni, che su quelle materie portavano. Tullio (*a*), Sesto Empirico (*b*), Laerzio, (*c*), ed altri greci, e romani ci hanno trasmessi in varie materie parecchi pensieri di que' filosofi, e ci fanno prendere qualche idea dell' infinita diversità e stranezza de' loro sentimenti. Non v' ha forse verità alcuna, ch' essi non abbiano intravveduta, nè sì strana assurdità, che non abbiano proposta; e i grossolani errori, da cui le stesse verità vanno comunemente accompagnate, provano assai, che questi non sono frutti dell' osservazione, ma mere produzioni del caso, o felici scontri dell' immaginazione di que' filosofi. Di quanto ci è rimasto delle lor opere, non v' è parte alcuna, che possa appartenere alla fisica particolare, fuorchè la loro meteorologìa. Noi sappiamo bensì da Laerzio (*d*), che Democrito scrisse su la calamita, sul fuoco, e su altri punti di fisica particolare; e qualch' altro fisico di que' tempi, e più ancora qualcuno de' posteriori, sarà disceso a simili argomenti. Ma tutti i loro scritti sono periti, e solo sono fino a noi pervenute le ope-

Democrito.

(*a*) Tusc. *De fin. De nat. Deor.*, al.
(*b*) Pyrrhon. *Hypot.*
(*c*) *De vitis philos.*
(*d*) In *Democr.*

re d' Aristotele, e due lettere d'Epicuro. Aristotele parla lungamente delle meteore, e talor anche quà e là fa motto d' alcune proprietà dell'aria e d'altri elementi, e colpisce talvolta nella verità d'alcune cagioni, e molt'altre volte si perde in errori i più madornali: il ricevere per principio, che il caldo ed il freddo sono attivi, l' umido ed il secco passivi, e voler quindi, com' egli fa, spiegare tanti fenomeni, mostra abbastanza quanto poco fondate fossero le ragioni della sua fisica (*a*). Epicuro è l' altro filosofo greco, di cui rimangano opere fisiche (*b*); e queste fanno vedere con quanta indifferenza e freddezza vengano da lui riguardate le questioni della fisica particolare. Scrive ad Erodoto una lettera, che abbraccia tutte le sue opinioni su le cose naturali, e che è un compendio di tutta la fisica (*c*), e in essa altro non propone che una dottrina generale su la natura; questa gli raccomanda di ben comprendere, e di tener presente nell' animo, e poco, o niente gli cale che faccia studio alcuno su le cose particolari (*d*). Scrive a Pitocle distintamente su le meteore; e quì è dove mostra maggiore noncuranza della fisica esattezza; abbraccia alla

Aristotele

Epicuro.

(*a*) *Meteor.* lib. IV., cap. I.
(*b*) *Epist. ad Herod. et ad Pyt. apud Laert. in Epic.*
(*c*) In princ.
(*d*) In fine.

rinfusa tutte le opinioni; mette in un fascio gli errori, e le verità; cerca soltanto d'ammassare su ciascuna meteora molte cagioni naturali, e poco ne cura il vero, od il falso, purchè ottenga la moralità di levare dall'animo il timore, e la turbazione. Più dottamente di tutti gli antichi tratta Seneca delle meteore; propone le opinioni degli altri filosofi, e aggiunge le sue proprie; ne combatte alcune false, e n'avvalora altre vere con nuove ragioni da lui inventate; apporta alcune osservazioni sue, ed altrui, e dà un leggier saggio di sodo discernimento delle fisiche verità. Ma qual compassione non eccita quel filosofo, od anzi l'antica filosofia al vederla appoggiare alcune vere opinioni a ragioni falsissime; e seguire non pochi irragionevoli pensieri con medesimo ardore, con cui n'abbracciava altri giustissimi convenienti alla più esatta, e severa fisica! Non si vacilla tra il vero e il falso, quando si ha ben afferrata la verità, nè si lasciano sussistere false opinioni, quando sono ben conosciute le vere. Gli antichi profferirono, ed anche conobbero alcune verità della fisica particolare; ma come non le fondavano su giuste osservazioni, nè le determinavano con precisione, rimanevano mere opinioni, che venivano con facilità distrutte da altri, non potevano riguardarsi come vere scoperte, che dovessero riportare l'assenso di tutti i fisici. Avevano eziandio gli antichi alcune cognizioni di fisica particolare; ma le avevano più per la pratica che per la teorica, e se ne ser-

Seneca.

vivano nell' uso della medicina, dell' agricoltura, e delle arti, ma non l'applicavano alle speculazioni delle scienze, nè formavano di esse filosofiche teorìe. E generalmente può dirsi, che la fisica particolare è stata poco, ed anche mal conosciuta da' fisici antichi. Ne' bassi tempi, occupati gl' ingegni in dialettiche e metafisiche vanità, non v' era alcun filosofo, che pensasse a ricercare i fenomeni della fisica particolare, nè pur chi credesse, che tali soggetti potessero meritare l' attenzione de' filosofi. Verso la metà del passato secolo l' inglese Guglielmo Gilberto nella sua opera intorno alla calamita esaminò con diligenti sperienze, ed osservazioni molti fenomeni del magnetismo, e dell' elettricismo, ne cercò le cagioni, ne propose teorìe, e potè dirsi il primo autore di fisica particolare. Il Cardano; ed il Porta entrarono in molti punti particolari dello studio della natura; ma privi di quella giusta diffidenza, e di quella critica avvedutezza, che è propria d' un filosofo, non si meritarono il nome di fisici, nè ebbero alcuna influenza nell'avanzamento della fisica particolare. L'ebbe bensì il Galileo, tuttochè occupato in ricerche più generali poco potesse attendere a particolari disquisizioni; e il Verulamio, che mille utili osservazioni e sperienze ha lasciate, benchè non riducesse materia alcuna a un conveniente trattato. Videsi dietro a questi una nobile schiera di fisici cercare la loro gloria nell' investigazione d' alcuni particolari fenomeni della natura; e il Torri-

Fisici moderni.

celli, gli Accademici del *Cimento*, il Boile, il Guericke, e molt'altri crederono d'impiegare degnamente le filosofiche loro fatiche coll'avverare il peso, e l'elasticità dell'aria, l'impossibilità di comprimere l'acqua, l'elettricismo di varj corpi, ed altri simili punti, e propagossi allora l'onore, e lo studio della fisica particolare, ch'è poi venuto accrescendosi sempre più, ed ha seguito costantemente a fare in tutti i suoi rami viemaggiori progressi. Per dare di questo una breve notizia, ma con qualche chiarezza e distinzione, ci discosteremo un poco dal metodo finor tenuto negli altri capi, e prendendo divisamente alcuni rami particolari seguiremo a parte a parte gli avanzamenti, che in ciascuno d'essi ha fatto la fisica.

Dell'aria. L'aria è uno degli elementi, che più abbiano parte in tutte le operazioni della natura, e su cui pertanto più hanno studiato i fisici. Lasciando stare le diverse opinioni, che su la sua natura hanno portato i filosofi, volendo alcuni, che l'aria sia il principio universale di tutti i corpi, levandole altri ogni proprio essere, credendola soltanto composta di particelle di terra e d'acqua, facendola altri formata di parti ramose ed uncinate, altri di liscie e rotonde, ed altri in altre guise immaginandola; ma senza che niuno adduca, nè possa addurre più che arbitrarie congetture, diremo soltanto, che gli antichi, benchè non tutti, ebbero già cognizione di due proprietà dell'aria, che sono state poi per molti secoli

dimenticate; gravità, ed elasticità. Aristotele conobbe il peso dell'aria, e ne chiamò in pruova un otre, ch'essendo gonfio, o pieno d'aria, pesa assai più che vuoto (a), ed asserì, che l'aria a sè stessa abbandonata, non sostenuta dall'acqua, nè premuta dal fuoco, cadrebbe al luogo dell'acqua, non ascenderebbe in quello del fuoco (b). Seneca parla assai lungamente della tensione, e dell' elasticità della stessa aria, per farci vedere, che non era sconosciuta agli antichi questa sua proprietà. (c). La fontana detta d' *Erone*, la statua di Memnone, l'eolipila, e tant' altre invenzioni, e macchine degli antichi, fondate su l' elasticità, e sul peso dell' aria, rendono chiara testimonianza delle loro cognizioni in questo particolare. Come dunque vennero poscia oscurate queste notizie, e rimasero le dette proprietà per tanto tempo sconosciute, e smarrite dalle scuole peripatetiche? Come al prodursi di nuovo dal Galileo, dal Torricelli, e da altri moderni, riuscirono sì nuove agli aristotelici, e misero nell animo a tutti tal maraviglia, che parvero errori non sostenibili; ed insofferibili novità, e mossero la filosofica bile degli scolastici, accerrimi difensori della dottrina dell' adorato Aristotele? A me pare, che veramente nella pratica delle arti le cognizioni di quel-

Gravità, ed elasticità dell'aria riconosciuta dagli antichi.

Perchè negata dagli Scolastici.

(a) *De Caelo* lib. IV, cap. IV,
(b) Ivi cap. V.
(c) *Natur. quaest.* lib. II, cap. VI, ec.

le proprietà dell'aria non sieno mai andate in disuso: le trombe, i diabeti, gli schioppi a vento, le macchine, che si descrivono d'Alberto Magno, del Regiomontano, e d'altri filosofi, e meccanici de' tempi bassi ne posson essere un' evidente riprova. Che se non le conobbero gli scolastici unicamente attaccati alla fisica d'Aristotele, possono ritrovare qualche scusa nell' incertezza; ed oscurità della dottrina del loro maestro. Aristotele, è vero, dice, che l' aria è pesante, e grave; ma involve questo suo detto in tal gergo di dottrina su la gravità, e leggierezza assoluta, e relativa, su' corpi gravi, e corpi leggieri, su' più gravi e più leggieri; e su tanti altri inutili punti, che non è da far maraviglia se sfuggì alla penetrazione de' suoi non molto attenti, nè molto intelligenti lettori. Egli vuole, che la sola terra sia grave, e solo il fuoco leggiero, e che l' acqua e l' aria godano di leggierezza, e di gravità, e sieno più gravi e più leggieri; e siccome l' acqua è più grave che l'aria e il fuoco, e più leggiera sol che la terra, e l' aria all' opposto più leggiera che l' acqua e la terra, e sol più pesante che il fuoco; così l' acqua partecipa più della gravità che della leggierezza, e l' aria al contrario di questa più che di quella: ed egli infatti spesse volte chiama gravi la terra e l' acqua, e leggieri l' aria ed il fuoco. Questa dottrina d' Aristotele, poco utile e poco vera, viene esposta oscuramente da lui in tutto un libro (*a*); ma la leggierezza

(*a*) *De Caelo* lib. IV.

dell' aria e del fuoco è chiaramente ripetuta spesse volte qua e là; onde gli scolastici suoi seguaci abbracciarono quest' idea più facile e piana, e lasciarono l' altra dottrina più intricata ed oscura; si ricordarono, che Aristotele contava l' aria fra' corpi leggieri in compagnia del fuoco; non ricercarono se la dava o no qualche peso; la considerarono come leggiera, e le negarono assolutamente la gravità. Così pure non parlando Aristotele dell' elasticità dell' aria, nè essendo gli scolastici per la mancanza che allora v' era di libri, e per la loro voglia di sottilizzare co' proprj pensieri, troppo amanti della lettura d' altri filosofi che d' Aristotele, e de' suoi comentatori, non poterono formare nelle scuole una teoria, nè pur ritenere una chiara notizia di tale proprietà, quantunque lungamente, ma non sempre esattamente, spiegata da Seneca. D' uopo è dunque venire a' tempi più bassi per conoscere giustamente l' aria in queste, e in altre proprietà. Senza svolgere i libri d' Aristotele, o d' altri filosofi, coll' esaminare soltanto i fatti della natura, poteva chiunque conoscere, che l' aria non è affatto priva di peso: nè può negarsi, che i moderni filosofi, che si distinguevano dagli scolastici, e sapevano pensare da sè, non l' abbiano conosciuto. Galileo, Mersenno, Cartesio, e molt' altri asserirono espressamente il peso dell' aria, ed anzi incominciarono a determinarlo, paragonandolo, benchè poco esattamente, con quello dell' acqua. Il Galileo credeva di potere supporre come 1, a 400. gli accademici fio-

Conosciuta più giustamente da' moderni.

Gravità dell' aria

paragonata con quella dell' acqua.

rentini lo trovarono in una loro sperienza come 1 a 1179, benchè in altre vi osservarono qualche piccola varietà (*a*). Il Muschembroek (*b*) ci dà una lista delle gradazioni diverse, che hanno trovate i filosofi nel paragone del peso dell' aria con quello dell' acqua; e non solo si osserva gran differenza fra le determinazioni d' autori diversi, come del Galileo $\frac{1}{400.}$ del Mersenno $\frac{1}{1300.}$, del Riccioli $\frac{1}{10000.}$ ma eziandio fra quelle d' uno medesimo fatte in tempi, ed in circostanze diverse, vedendosi variare nel Boile da $\frac{1}{1228.}$ ad $\frac{1}{814.}$, e nell' Homberg da $\frac{1}{630.}$ ad $\frac{1}{1087.}$. Le variazioni di densità, e le impurità varie dell' aria e dell' acqua, che si prendono a pesare, rendono impossibile una costante misura, e difficile una giusta determinazione. Il Nollet dalle gradazioni diverse stabilite dagli altri ne prende una media, come 1. a 900.; ed altri comunemente le vogliono supporre come 1. ad 800, od 850. Conoscevasi dunque da' filosofi il peso dell' aria; e il Galileo pensó anche a valersi di questo per ispiegare un fenomeno della natura, e vuolsi, che derivando dal medesimo l' ascesa dell' acqua nelle trombe, abbia sospettato, ch' essa non può superare, come gli fece

Sua pressione.

(*a*) *Saggio d' esp.* ec.. part. II *Esp. var.*
(*b*) Ivi *Addit.*

osservare un giardiniere fiorentino, i 32 piedi, perchè a tant' altezza d' acqua soltanto s' equilibra il peso d' una uguale colonna d'aria atmosferica. Questa, che fu meramente una semplice congettura, se pur giunse ad essere tale nella mente del Galileo, divenne una vera dimostrazione nelle mani del Torricelli. Questi coll' invenzione del barometro cambiò l'acqua in un fluido più pesante, qual è il mercurio, supponendo, che dovrebbe questo rimanere più basso; e trovò infatti, che il mercurio non ascese che a pollici 28, i quali appunto fanno equilibrio con 32 piedi d' acqua, e quindi anche colla corrispondente colonna d' aria atmosferica. Questa sperienza del Torricelli produsse una gran rivoluzione nella fisica, e nel modo di studiare i fenomeni della natura. Il Roberval prima d' acconsentire alla dimostrazione del Torricelli volle provare se l' aria realmente preme su' corpi inferiori. Gli accademici fiorentini replicarono con singolare diligenza la sperienza del Roberval, e conchiusero con lui non potersi realmente negare la pressione dell' aria su' corpi inferiori. E perchè alcuni accademici erano d'opinione, che tale pressione potesse venir contrastata con due sperimenti in apparenza contrarj, li rifecero attentamente, n' esaminarono le circostanze, e sempre più confermarono anche con que' medesimi sperimenti non potersi mettere in dubbio la verità di tale pressione (a). Per al-

Barometro.

(a) *Saggio ec. Esper. de Roberval* ec.

tra via il Pascal, valendosi del barometro di Torricelli, volle provare la medesima verità, e lo fece trasportare da luoghi bassi in altri più eminenti, argomentando, che se l'ascesa del mercurio nel barometro deriva dal peso della colonna d'aria, che lo preme all'insù, essendo in una maggiore altezza minore, e meno pesante la colonna atmosferica, che sovrasta, dovrebbe essere parimente minore l'elevazione del mercurio; e salito infatti per ordine suo il Perrier nella montagna di Puy de Dome nell'Avernia, trovò, che il mercurio nelle maggiori altezze veniva calando, e che mentre al piè del monte si manteneva a 26 polici 3 $\frac{1}{2}$ linee, nella cima discendeva a 23 pollici 2 linee; e questa stessa sperienza ripetuta in un'altra torre d'una chiesa di Clermont, e in altre di Parigi ebbe sempre il medesimo effetto (*a*). La gloria qualunque siasi di questo pensiero si dà comunemente da tutti al Pascal; ed egli stesso francamente se la prende nel suo libro dell'equilibrio de' liquori; onde sembrerebbe ardire imprudente il volergliela contrastare. Pure il Cartesio in due lettere al Carcavi, scritte nel 21 giugno, e nel 17 agosto del 1649 (*b*), espressamente asserisce, ch'egli due anni prima suggerì al Pascal di fare questa sperienza, assicurandolo, che n'avrebbe sortito il bramato esito, ancorchè egli

(*a*) V. Pascal *Traitè de l'équil. des liqueurs*
(*b*) *Ep.* part. III., ep LXVII., LXIX.

non l'avesse eseguita; e perciò infatti domanda al Carcavi se realmente siasi messa in opera tale sperienza, e quale successo abbia avuto. E a dire il vero la poco buona fede, che mostrò il Pascal in tutto l'affare della cicloide, e in alcuni suoi scritti, rende assai verisimile l'asserzione del Cartesio, benchè non sia molto autorevole in materia di propria lode, nella quale non poteva pregiarsi di troppa riservatezza. Comunque siasi questa sperienza, o chiunque siane il primo autore, essa certo provò ad evidenza, che l'aria ha il suo peso, e che per mettersi in equilibrio cogli altri fluidi, li preme, e gl'innalza ad un'altezza corrispondente al diverso lor peso. A maggiore confermazione di questa verità volle il Boile farla passare per la pruova della sua macchina, e stabilirla coll'irrefragabile suo attestato, e far vedere se realmente la maggiore, o minore elevatezza del mercurio nel barometro dipende o nò dal peso dell'aria che lo preme. Applicò perciò il barometro alla macchina; ed estraendone al solito l'aria cominciò il mercurio a discendere tanto più, quanto maggiori n'erano le estrazioni; e rimettendo poi nuovamente l'aria, tornò di nuovo ad alzarsi il mercurio. Questa pruova replicate volte, ed in varie guise ripetuta, alla presenza anche del Wren, e del Wallis, non lasciò più luogo a dubitare, che il peso, e la pressione dell'aria sovrastante al mercurio non sia la vera ed unica cagione della sua ascesa nel barometro. Mentre l'invenzione del

barometro, e le sperienze con esso fatte riempivano di maraviglia, e tenevano in agitazione l'Italia e la Francia, il Guericke nella Germania viveva affatto alieno di queste novità, e nel suo ritiro di Magdeburgo, senz'avere alcun sentore delle sperienze del Torricelli e del Pascal, provava per altre vie la pressione, e il peso dell'aria. Egli stesso racconta (*a*), che trovandosi nel 1654 alla dieta di Ratisbona, il P. Valeriano Maguo cappuccino gli mostrò come un suo ritrovato un barometro, e il vuoto, che facevasi nel medesimo, che poi sì da un libro dello stesso P. Valeriano (*b*), come da varj altri autori seppe essere stato prima inventato dal Torricelli. Ma egli intanto, condotto dal fecondo ed originale suo genio, inventava da sè molt'altre macchine e sperienze per provare quella stessa verità. Formò una macchina di due globi di vetro, con un cannello, donde estratta l'aria; ed immerso il cannello nell'acqua, questa in forza della pressione dell'aria atmosferica ascendeva pel cannello all'uno, od all'altro globo, secondo le mire diverse dello sperimentatore; ed esaminando fino a quale altezza ascendesse l'acqua, trovò, che non poteva mai superare le 19 o 20 braccia magdeburghesi, ciò che è realmente la teorìa delle trombe, e del barometro, ma accompagnata da circostanze,

---

(*a*) *Exper. nova* ec. lib. III, cap. XXXIV.
(*b*) *Demonstratio ocularis* ec.

che rendono sempre più chiara ed evidente la pressione dell'aria atmosferica (*a*). Un' altra sperienza affatto diversa presentava molto più sensibile la forza della medesima pressione, quella cioè de' famosi emisferj magdeburghesi. Questi emisferj, vuoti internamente d' ogni aria, erano premuti dal peso dall' aria atmosferica con tanta forza, che non sedici, nè ventiquattro cavalli, nè centinaja di libbre di peso bastarono a separarli, nè vi avrebbe bastato molto maggiore numero di cavalli, nè di libbre di peso, se maggiore fosse stata la superficie de' globi, e maggiore perciò la colonna d'aria, che li premesse (*b*). Dov' è da osservare, che la sperienza alquanto simile a questa, cioè di due piani levigati, ben combaciati, e difficilissimi a separare, s'era già usata prima, e che il Cartesio che spiegava gli effetti colla gravità della colonna dell' aria sovrastante, o premente (*c*), come faceva il Guericke pe' suoi emisferj. Così il peso e la gravità dell' aria non bene intesa, nè abbastanza conosciuta da Aristotele, nè dagli altri antichi, e negata ostinatamente dagli aristotelici posteriori, fu per diverse guise messa nel vero suo lume, e sodamente fissata da' moderni filosofi dell' Italia, della Francia, dell' Inghilterra, e della Germania.

Emisferj magdeburghesi.

(*a*) Ivi cap. xvII, xvIII. ec.
(*b*) Ivi cap xxIII. xxIv. ec.
(c) *Epist.* part. II, cap. xcvI.

Elasticità dell'aria.

Nè studiarono meno i medesimi per conoscere intimamente, e rendere chiara e sensibile l'elasticità della stess'aria. Questa conosciuta confusamente da' greci e da' romani, nè scancellata affatto dalla mente degli uomini ne' tempi posteriori, regolò i meccanici nell'invenzione d'alcune ingegnose macchine, e servì altresì agli stessi filosofi per la formazione de' sistemi, e per la spiegazione de' fenomeni della natura. Ma la cognizione, che quegli avevano di quest' elasticità, non era che una vaga e confusa notizia d'osservarsi nell' aria una qualche facoltà d' addensarsi, e di rarefarsi. Il vedersi questo principalmente per mezzo del caldo e del freddo diede eccitamento a' moderni per fabbricare i termometri, e misurare con essi la maggiore condensazione, o rarità dell'aria col freddo o col caldo maggiore. Ma non s'era andato più oltre ad esaminare altri fenomeni, e fissarli con qualche precisa determinazione. Celebre fu, e rinomata per la novità la sperienza del Roberval, il quale senza calore, e senza ogn'altro estrinseco ajuto con una vescica, che nel vuoto si gonfia, ed introdottavi di nuovo l'aria, si sgonfia, faceva vedere sensibilmente l'elasticità dell'aria, che naturalmente da sè s'addensa, e si rarefa (a). Questa sperienza venne tosto migliorata, e ridotta in varie guise a maggiore esattezza dagli

---

(a) *V. Accademia del Cimento, Esp. del Roberval.* ec.

accademici fiorentini, dal Guericke, dal Boile, e da altri; e il Boile, e il Guericke conobbero e dimostrarono in qualche modo l'elasticità dell' aria atmosferica addensata, e compressa negli strati inferiori col peso de' sovrastanti, e dilatata da sè nelle parti superiori per la naturale elasticità (a); onde l' elasticità dell' aria, traveduta prima confusamente soltanto, e derivata unicamente dal caldo e dal freddo, o da qualche esterna pressione, e dilatazione, fu, per così dire, toccata con mano, e in varj aspetti riguardata, e riconosciuta come prodotta dalla sola pressione del proprio peso, e dalla natura dell' aria stessa. La sperienza del Roberval fece pensare a' filosofi, che dovea darsi un grado fisso, oltre il quale non potesse distendersi di più l' aria. Si cercò dunque di determinare fino a qual punto potesse giungere quest' elasticità. Il Cartesio non sapeva dire neppure per congettura se l' aria sia più capace di dilatazione o di compressione (b), e questa irrisolutezza, che nasceva nel Cartesio per mancanza d' osservazioni, dura ancora ne' fisici per la diversità delle molte, che sè ne sono poi fatte. E' impossibile il decidere se possa l' aria più rarefarsi, ovver condensarsi, mentre non si sa fino a qual grado si possa far l' uno e l' altro,

---

(a) Boile tom. I, exper. IV, Guer. Lib. III, c. XXXIII.

(b) Epist. CIX, part. II

sebbene le sperienze finora praticate sieno giunte a produrre una rarefazione maggiore che la condensazione. La prima misura fatta con qualch' esattezza della dilatabilità dell' aria fu quella degli accademici fiorentini, i quali pure in tre differenti sperienze ritrovarono tre risultati diversi, or di 1 a 209, or di 1 a 182, e finalmente di 1 a 174, e quest' ultima parve loro, ma falsamente, la misura più esatta (*a*) Non piacque al Muschembroek il metodo di quegli accademici (*b*): nè fu infatti seguita da posteriori fisici la loro determinazione. Il Boile poco di poi giunse ad accrescere la rarefazione dell' aria tredici mila volte di più della naturale (*c*) Non potè fare altrettanto il Mariotte; ma produsse una estensione 4000. volte maggiore di quella dell' aria atmosferica nella superficie della terra. Il Muschembroek non si contentò della misura del Mariotte, nè di quella del Boile, benchè tanto maggiore; ma riflettendo alle picciole bolle d' aria, che nella macchina pneumatica si levano dall' acqua, e calcolando la diversità delle sfere, in cui vanno crescendo, conchiuse, che la particella d' aria addensata, da cui si forma una bolla di mezzo pollice quando è rarefatta, è a questa come 1 a 4656000000 (*d*).

Sua dilatabilità.

(*a*) *Esper. per conoscere se l' aria ec.*
(*b*) Ibid. addit. p. 37.
(*c*) *Mira aer. raref.* cap. III.
(*d*) Ubi supra pag. 38.

Lasciò infinite altre determinazioni, le quali sono bensì fra loro differenti, come deono esserlo, e per le circostanze diverse dell'aria, e per la varietà degli osservatori, e per la differenza de' loro metodi; ma tutte convengono a dimostrare; che l'aria è dotata d' un' immensa dilatabilità, a cui non è facile d'assegnare confini. Lo stesso può dirsi della sua condensazione. Il Boile, ed altri fisici del passato secolo cominciarono a condensare l'aria notabilmente, e l' Allejo dietro alcune osservazioni della reale società di Londra, e dell' *Accademia del Cimento* conchiuse, che non v'è forza capace d' accrescere di più d' ottocento volte la densità dell' aria su la superficie terrestre (*a*) Ma l' Ales giunse a ridurla a tal compressione da occupare soltanto $\frac{1}{1838}$ del suo volume (*b*) ovvero $\frac{1}{1551}$, secondo l' interpretazione, che dà al suo calcolo il Buffon (*c*); e l' Amontons, calcolando la condensazione dell'aria prodotta dalla pressione del proprio peso della colonna, che le sovrasta, diduce, che seguitando così a comprimersi sotto terra, alla profondità di 18. leghe uguaglierebbe la densità del mercurio, e a 19 leghe quelle dell' oro, e così sempre vie più cresciute (*d*): e sebbene

Condensabilità.

(*a*) V. Amontons *Acad. des Sc.* 1703.
(*b*) *Stat des veget.*, Append.
(*c*) Ivi Not.
(*d*) *Acad. des Sc.* 1708.

i fisici hanno trovato, che negli estremi della rarefazione e della condensazione non serba l'aria la proporzione co' pesi prementi che nello stato medio d'essa, noi nondimeno potremo dire fondatamente, che l'aria com' è capace d'una rarefazione superiore a quanto le possa la nostra mente prefiggere, così può parimente ridursi ad una quasi infinita densità. Una delle verità, che prima si scoprirono intorno a quest' elasticità, fu la sua conservazione per molto tempo, senza che punto perda della sua forza. Gli altri corpi elastici se restano per molto spazio di tempo compressi, perdono, o almeno diminuiscono la loro elasticità. Ma dell'aria osservò il Roberval, che dopo d'essere rimasta in uno schioppo a vento addensata per 15. o 16 anni riteneva lo stesso impeto nel rarefarsi, o la stessa elasticità; ciò che è stato poi confermato dal Desaguliers, e da altri fisici posteriori, sebbene il Nollet crede, che rare volte si potrà dare, che le valvole rinchiudano l'aria assai costantemente per conservare tali fucili carichi per molto tempo (*a*) Non dell'aria addensata, e compressa, ma bensì della rarefatta, volle il Boile esaminare con maggiore accuratezza se durava costante ed uguale per molto tempo la virtù elastica, e sebbene è vero, che una contraria combinazione di varie circostanze non gli permise di poterlo decidere con sicurezza, pur nondimeno i

Fenomeni di questa elasticità.

(*a*) *Leçons de Phys exp.* t. III, lez. x.

piccioli saggi, che giunse a fare, gli mostravano abbastanza, che conservavasi intiera ed illesa senza conoscersene diminuimento (*a*). Più ingegnosa, e più interessante è stata la scoperta della legge, che segue l'aria atmosferica nella sua condensazione. Il Boile l'accennò soltanto quà e là; ma il Mariotte colle sperienze, e col raziocinio determinò come legge della natura, che l'aria si condensa a proporzione del peso, da cui è premuta, e risolvè con questa legge molti curiosi problemi di fisica (*b*), e mostrò, che l'aria atmosferica, che noi respiriamo, è in un grado di densità, quale avrebbe un'aria compressa da 28 pollici di mercurio. Posteriormente s'è trovata questa legge del Mariotte non affatto conforme a tutte le circostanze dell'aria; ma essa bastò a dirigere i fisici per cercarne altre più esatte. Oltre la gravità, e l'elasticità è stata data da' fisici all'aria la fluidità, che il Boerahave credè poter mettere in dubbio (*c*), ma che da nessuno le può essere contrastata. Alcuni le hanno voluto altresì accordare l'umidità, altri il calore, ed altri attributi, che nè sono stati abbastanza dimostrati, ne sono sì fecondi di fisiche verità da meritare lunghi discorsi.

Fisici illustratori dell'aria Boile.

Tutte queste proprietà, singolarmente le due prime, hanno ottenuta all'aria una particolare

(*a*) *De durat. virt. elat. aer. exper.*
(*b*) *De la nature de l'air.*
(*c*) *El. chem., De aere.*

attenzione di tutti i fisici. Il Boile, ed il Mariotte si possono riguardare come gl' illustratori della medesima, e come i primi maestri dell' aerologìa. La macchina pneumatica diede campo al Boile di scoprire molte verità spettanti a quest' elemento, e di farci vedere quali sieno le sue proprietà e le sue forze, e quanta parte esso abbia nella vita degli animali, nella conservazione del fuoco e della fiamma, nella prosperità e nel vigore di tutti i corpi naturali: tutta la natura sembrava prendere un nuovo aspetto, quando era da lui obbligata entro quella sua macchina a spogliarsi dell' aria, di cui la vediamo noi rivestita, e colà realmente compariva l' aria come nel proprio trono armata del suo potere, sovrana ed arbitra della vita e della morte di tutti i corpi naturali, direttrice della natura, animatrice dell' universo. Le infinite sperienze, e le molte mire, che ha lasciate su l' aria il Boile, hanno guidati i fisici posteriori a penetrare più intimamente nell' esame di tutti i fenomeni delle sue proprietà. Il Mariotte le ha riguardate con occhi più filosofi, ce n' ha date alcune assai precise determinazioni, ne ha ricercate le cagioni, n' ha derivati molti fenomeni, ha proposte ingegnose spiegazioni d'alcuni effetti, ed ha formato un trattato metodico della natura, e delle proprietà di quest' interessante elemento (*a*). Nella contemplazio-

Mariotte.

(*a*) *Oeuvres* tom. I, *De la nature de l' air*.

ne del medesimo si sono intensamente occupati gli accademici parigini, che sembrano scelti dalla natura pe' suoi confidenti, e per rilevatori de' suoi misterj. Le ingegnose ed utili invenzioni, che immaginò l'Amontons d'un molino a fuoco, e d' un nuovo termometro, lo condussero a nuove e profonde ricerche, ed a sottili determinazioni sul' elasticità, e su le forze dell' aria. Si propose ad esaminare quanto il calore accresca nell' aria la forza d' elasticità, e trovò, che un ugal grado di calore produce sempre la stessa forza elastica nelle masse d' aria compresse dallo stesso, o da un ugual peso, quantunque dette masse sieno disuguali, e che tanto in grandi, che in picciole masse d' aria il calore dell' acqua bollente dà un aumento di forza elastica di poco più d' un terzo di quella, che ha l' aria su la superficie della terra; cioè, che se questa, secondo la sopraccennata legge del Mariotte, addensata dal peso della colonna atmosferica sovrastante ha un' elasticità da sostenere una colonna di 28 pollici di mercurio, riscaldata col calore dell' aqua bollente potrà equilibrarne un' altra di pollici 38. (*a*). Ma internandosi poi in più distinte investigazioni, e seguendo più dappresso gli andamenti della natura, scoprì, che quanto più l' aria sarà addensata, tanto il medesimo grado di calore le darà forza maggiore; e siccome la densità dell' aria segue la

Amontons.

(a) *Accad. des Sc.* 1699.

proporzione del peso, che la preme, così potrà dirsi, che l' aumento dell' elasticità prodotto dallo stesso caldo sarà proporzionato al maggior peso premente; e che se il calore dell' acqua bollente accresce l' elasticità dell' aria atmosferica, o dell' aria compressa da un peso di 28 o 30 pollici di mercurio d' un terzo in circa di detto peso, e la rende capace di sostenere una colonna di dieci pollici di più, di 40 pollici di mercurio, di un terzo in circa sarà parimente l' aumento, che produrrà lo stesso calore in un' aria premuta dal peso di 60 pollici di mercurio, e potrà questa sostenere una colonna di 20 pollici di più, o di 80 pollici di mercurio: onde la medesima porzione d' aria collo stesso grado di caldo avrà più o meno forza elastica, secondo che sarà più o meno condensata, e secondo che maggiore o minore sarà il peso, che la prema. Così per altro verso in un' aria ugualmente densa un calore maggiore potrà accrescere sempre più la forza dell' elasticità. Ma tutto questo è nel caso, che l' aria compressa non abbia lo spazio da rarefarsi; altrimenti quanto più si potrà dilatare, scemerà altrettanto la sua elasticità, o dirò meglio sarà minore contro i corpi circostanti la sua pressione, poichè realmente la rarefazione dell' aria è nemmeno che tale pressione l' effetto della sua elasticità (*a*). Nuove vedute fisiche si presentano

(*a*) Ivi an. 1702.

all' Amontons da queste sue teorìe; ed egli vi trova il mezzo di render sensibile, e di ridurre a calcolo la cagione de' più violenti tremuoti. Se l'aria s'addensa proporzionalmente a' pesi, che la premono; se in ragione di tali pesi cresce la sua elasticità; se questa s'ingagliardisce ancor più secondo il caldo maggiore, che la promuove, quale incomprensibile condensazione ed elasticità non avrà l'aria nelle profondità sotterranee, dove da sì enormi pesi è compressa, ed accesa da caldi incomparabilmente maggiori di quello, che abbiamo finora calcolato dell' acqua bollente? Qual maraviglia, che a tale impeto ed urto dell' aria trabocchino i mari, si squarcino monti, s'innalzino valli, s'apran caverne, si rovescino pezzi della superficie della terra, si sconvolga la faccia del nostro globo (*a*)? Non va mai sola una scoperta, e può dirsi giustamente, che l'essere feconda è dell'essenza della verità. Le teorìe dell'elasticità dell' aria condussero il la Hire alla spiegazione degli effetti della polvere da fuoco, dello sparo de' cannoni, dello slancio de' razzi, dello scoppio de' lampi e de tuoni, de' getti d'acqua d'alcune fontane, di molti curiosi fenomeni della natura, e dell'arte (*b*). Le *lacrime bataviche* fecero stabilire i filosofi finchè non pensarono di ridurre i loro prodigj a quest' elastici-

(*a*) Ivi an. 1703.
(*b*) *Hist. de l'Acad. des Sc.*, an. 1702.

tà. A miglioramento della respirazione, e della salute, a benefizio dell'umanità ha ridotto il Desaguliers queste possentissime proprietà dell' aria, e coll' ajuto delle fisiche cognizioni su la medesima ha inventati i ventilatori, e altre macchine, che hanno liberati dall' infezione dell'aria gli spedali, e altri luoghi, dove il concorso di molte persone la rendeva pericolosa.

Applicazione del barometro alla misura de' monti e dell' atmosfera.

Colle notizie della gravità, e dell'elasticità dell'aria si levarono altri a misurare l' altezza de' monti, ed a ridurre a calcolo la densità, e l' elevatezza dell' atmosfera. Le sperienze del Pascal, e di molt'altri fecero vedere, che il mercurio, il quale ne' piani al livello del mare si tiene nel barometro all'altezza di pollici 28, ne' siti più elevati viene più basso, e scema la sua altezza nel barometro, come cresce quella de' siti, dove si fa l' osservazione. Dall' abbassamento dunque del mercurio si potrà conoscere l' elevatezza d'un monte, o d'un altro sito, e da tale abbassamento in tale elevazione potrà didursi l' altezza dell' atmosfera. Ma a questo fine fa d' uopo di fissare giustamente quant' altezza richiedasi per far discendere una linea il mercurio. E quì tosto si vede notabile discrepanza nelle osservazioni. Il Muschembroek ci presenta una lunga lista di molte di queste fatte nella Francia, nell'Inghilterra, nella Svezia, nell' Olanda, e nella Germania, e ritrovandole tutte diverse ne forma una tabella delle differenti altezze, che vi sono state d' uopo a produrre l' abbassamento

d'una linea nel mercurio (*a*). Noi rimettendo i lettori a questo luogo del Muschembroek, rifletteremo soltanto con lui, e cogli altri fisici, che la diversità de' tempi e de' luoghi dell' osservazione dee necessariamente produrre diversità nel peso e nell' elasticità dell'aria atmosferica, e quindi non picciola differenza ne' risultati. A queste difficoltà nate dalle variazioni dell' atmosfera aggiunge il Nollet (*b*) quelle, che provengono dalla dilicatezza delle osservazioni, trattandosi di segnare con precisione ed esattezza in un tubo non sempre uguale al di dentro perfettamente, attraverso del vetro, che produce qualche rifrazione, dove una piccola coesione del mercurio, e la stessa figura sferica delle sue parti pregiudica ad un esatto equilibrio, gli stretti confini d'una giusta linea. Onde non è da fare maraviglia, che siensi ritrovate in tali misure notabili varietà. Pure dall'attento confronto di tante osservazioni hanno creduto i fisici potersi prendere giustamente l' altezza fra dieci e dodici tese, ossia fra 60 e 70. piedi, per l' abbassamento d' una linea. Il Cassini, che alla finezza dell' occhio misuratore univa la pratica di spessissime osservazioni in quasi tutti i monti della Francia, incominciate dopo il 1670, e seguitate fino a questo secolo già inoltrato,

Proporzione dell' abbassamento del Mercurio coll'altezza de' monti.

(*a*) *Tentamina* ec. *Exper. primo in Gallia* ec. *Additam.*

(*b*) Lez. xI.

calcolava pel primo abbassamento d' una linea l' intervallo di piedi 61, quello di 62 per l' altra linea, e così ad ogni linea d' abbassamento accresceva un piede di più nell' altezza: e il Maraldi confrontando questa regola co' risultati delle osservazioni dello stesso Cassini, della Hire, e d' altri, la trova sempre assai giusta, e conforme alle misure geometriche prese altronde di tali altezze (a). Il Mariotte, stando al suo principio fissato con alcune sperienze; che le condensazioni dell' aria seguono la proporzione de' pesi, che la premono, stabilì di trovare per una progressione geometrica le diverse altezze d' aria, che a ciascuna linea di mercurio convengono, e poi per facilitare maggiormente il calcolo cambiò questa progressione geometrica in altra aritmetica, e l' applicò all' osservazione del Pascal, o del Perrier, e ad una del Cassini senza notabile divario de' risultati. Ma Jacopo Cassini, fondato su queste, e su infinite altre osservazioni dello stesso Cassini suo padre, e di molt' altri, combattè la legge del Mariotte, e confermò quella di suo padre, e del Meraldi, e con una tavola de' calcoli dell' una e dell' altra, e de' risultati delle osservazioni fece toccare con mano la verità delle sue ragioni (b). Co' calcoli del Cassini si misurano assai giustamente le altezze delle montagne, come, oltre

(a) *Acad. des Sc.* an. 1703.
(b) *Acad. des Sc.* an. 1705.

le pruove addotte da Jacopo Cassini, e dal Maraldi (*a*), lo dimostra chiaramente il de Luc (*b*). Ma per la misura dell'elevazione dell'atmosfera a nessun calcolo possiamo affidarci con sicurezza, non sapendo in qual proporzione si rarefaccia l'aria, a misura che si diminuisce la sua massa. Il Mariotte stando alla proporzione da lui fissata della densità dell'aria co'pesi, che la comprimono, determinò a leghe 15. l'altezza dell'atmosfera. Ma la legge del Mariotte viene seguita soltanto nelle densità medie dell'aria, non nelle estreme: l'aria molto addensata non riceverà con uguale aumento di peso uguale accrescimento di condensazione; e nelle altezze superiori, quando sarà poco il peso, che la comprima, si distenderà molto più, come fanno generalmente i corpi elastici, e colla detrazione d'un minor peso riceverà molto maggiore rarefazione: nè si può con ragione alcuna fondatamente determinare quale proporzione segua in tutti gli stati diversi la sua elasticità; e vanamente pertanto si vorrà determinare per questa via l'altezza dell'atmosfera. Anzi il Fontanelle osservando, che nelle sperienze delle condensazioni dell'aria fatte dal Mariotte, rinnovate dal giovine Cassini, e con maggiore diligenza, e sagacità ripetute dall'Amontons, si serba assai giustamente nell'aria addensata ne'

Difficoltà di determinare l'altezza dell'atmosfera.

(*a*) Luogo citato.
(*b*) *Recher. sur les modif. de l'atmosf.*

tubi la legge del Mariotte, e che questa poi manca nell'aria atmosferica all'arrivare ad altezze abbastanza notabili, come s'è veduto nelle osservazioni del Cassini e degli altri; congettura non senza ragione, che vi ha qualche differenza fra l'aria libera e l'aria in un tubo racchiusa, amendue ugualmente rarefatte (*a*): e questo sarebbe in verità una notabile scoperta su l'aria atmosferica, se venisse ben comprovata co' fatti. Ma l'Amontons, che incominciò a darcene alcuni lumi colle sue sperienze, mancò di vita prima di condurle al dovuto rischiarimento; nè altri, che io sappia, v'è poi meglio riuscito nel ridurre a dimostrazione quest' ingegnosa congettura. Per la misura dell'atmosfera presero un' altra via gli astronomo-fisici, e dalla durata de' crepuscoli argomentarono la sua altezza, dovendo questa durare tanto più, quanto più elevata sia l'atmosfera, che ci riflette quelle particelle della luce solare. Il Keplero adoperò questo mezzo, ma senza saperlo ridurre alla dovuta perfezione (*b*). Il la Hire (*c*), e l'Allejo (*d*) lo seguirono colle più accorte mire, e colle più sottili cautele, e determinarono a 15. o 16. leghe l'altezza dell'atmosfera. Ma nondimeno posteriormente il Mairan l' innalzò a molto su-

(*a*) *Hist. de l'Acad. des Sc.* an. 1705.
(*b*) *Astr. opt.* cap. IV.
(*c*) *Acad. des Sc.* an. 1713.
(*d*) *Trans. phil.* 1686 n. 181, 1719. n. 860.

periore elevatezza, e le accordò un'estensione di 200 e più leghe (a). La figura dell' atmosfera diede campo eziandio alle disquisizioni de' fisici, che, non contenti di segnar l'altezza ne' siti delle loro osservazioni, vollero determinarla per ogni punto del nostro globo. Osservò nella Cajenna il Richer, che il mercurio non superava mai i 27. pollici ed una linea, mentre nell' osservatorio di Parigi oltrepassa alle volte i pollici 28; e da questa osservazione del Richer sospettarono alcuni, che nelle maggiori vicinanze all'equatore fosse minore, o rimanesse più bassa l' atmosfera, e che l'aria pertanto da una minore colonna compressa innalzasse meno mercurio nel barometro. Da un altra osservazione contraria del Wallerio ricavò il giovine la Hire la medesima conseguenza. Il Wallerio nelle miniere di *Falhun*, e su la montagna Grufriisberget, essendo il mercurio all' altezza di 27 pollici 5 linee, osservò, che una linea di mercurio non importava che 10 tese, 1 piede, 6 pollici; e il la Hire confrontando quest' osservazione colle francesi, le quali tutte danno altezze maggiori ad ogni linea di mercurio, conchiude doversi credere più addensata l' aria della Svezia di quella della Francia, e quindi didursi, che più alte sieno le colonne dell' aria atmosferica, o più alta l'atmosfera nella Svezia che nella Francia (b).

Figura dell' atmosfera

(a) *De l'auror. boreal.*
(b) *Acad. des Sc.* an. 1712.

Ma queste ragioni non hanno che una leggiera apparenza, e sono contrastate da altre contrarie forse, più forti, e non hanno perciò potuto indurre i fisici posteriori a dare all' atmosfera quella gradazione d'altezze, che le accennate osservazioni sembrano d'indicare, e la figura dell'atmosfera resta più incerta ed oscura, che la stessa sua variamente confusa elevazione. Prima di lasciare questa materia rammenteremo una nuova osservazione, che ha fatto su l'atmosfera il Toaldo, e che era stata prima in qualche modo accennata da' Buffon (*a*), ed è venuta poi con nuove osservazioni e ragioni confermata dal Chiminello. Da una lunga serie d' osservazioni meteorologiche, che per molti anni fece in Padova il Poleni, le quali provano, che il barometro si risente in modo sensibile dell' azione della luna dall'apogeo al perigeo, dalle sizigie alle quadrature, ricavò il Toaldo una variazione, che chiama *mensuale*, nel barometro, e poi passò anche a trovarne una *diurna*, ed a formare il suo flusso e riflusso nell' aria dell' atmosfera, come s' osserva da tanti secoli nell' acqua del mare. Che se il Frisio riconoscendo nelle osservazioni meteorologiche fatte in Norimberga per 11. anni dal Lambert, e in quelle de' Poleni in Padova per 36. indicate variazioni nell' atmosfera corrispondenti a' punti lunari, non crede, che quelle osservazioni sieno, nè

Flusso e riflusso dell' atmosfera.

(*a*) *Hist. nat.* ec. tom. II, art. XIV. ed in 12.

possano essere di tale esattezza da poterne conchiudere con sicurezza le pretese atmosferiche variazioni (*a*) ; il Toaldo non si sgomenta, scioglie le opposizioni del Frisio, ed altre che gli si potrebbero fare, risponde a tutto, e con replicate e diligentissime osservazioni sue, e del Chiminello; che meritano ogni credenza, stabilisce quella costante variazione ; e sebbene da principio non conobbe essere che una sola al giorno, poi ne trovò anche due particolarmente in alcuni giorni di certi punti lunari. (*b*). Di queste due maree atmosferiche non solo ha confermata posteriormente il Chiminello la verità con maggiore apparato di ragionamenti, d'osservazioni, e di calcoli, ma si è anche inoltrato a cercare le fisiche cagioni, che ha creduto con valevole fondamento poter presentare al pubblico (*c*).

Arie fattizie.

Quanto finora abbiamo accennato delle proprietà, e de' fenomeni dell' aria, tutto versa su l'aria atmosferica, nè altra che questa ne conoscevano i fisici, e di questa osservavano gli effetti, e ricercavano le proprietà. L'Ales discoprì un'altra spezie d'aria diversa, d'altre qualità, d'altri attributi, d'altre virtù, e produsse per essa una nuova aerologia : l'aria *fissa* svelata, e svolta dall' Ales ha bisognato di nuovi stromenti, di nuove sperienze, e di nuo-

(*a*) *Cosmogr.* lib. III, cap. II. *Append.*
(*b*) *Hist. de l' Acad de Berlin.* an. 1778.
(*c*) *Accad. di Padova* tom. I.

ve mire, ed ha, per così dire, fatto nascere una nuova fisica. Tutti i corpi contengono più o meno quantità d' aria, che attenuata, divisa, e riposta fra le molecole del corpo, vi si trova come fissa, ed oppressa, e si può quindi in varie maniere disciogliere e distaccare. Quest' aria, che per lo stato, in cui si ritrova entro i corpi, si chiama *fissa* fu già conosciuta da' chimici e fisici, e particolarmente il van Helmodt, il Boile, ed il Mariotte mostrarono d' averne un' assai giusta cognizione, e la seppero ritrovare in parecchi corpi. Ma come l' Ales l' esaminò con migliori vedute, e la maneggiò con più fino metodo, così è riputato come il suo inventore, e gode il vanto d' essere venerato come il creatore di questa nuova aria. Egli infatti scoprì in tutti i corpi liquidi e solidi, animali, vegetabili, e minerali, nel tartaro, ne' calcoli della vescica, e in ogni corpo una porzione d' aria rinchiusa, e addensata, trovò la maniera d' estrarla, diede il mezzo di misurarla, descrisse molte sue proprietà, comuni alcune coll' aria atmosferica, altre affatto diverse, mostrò molti particolari suoi effetti, fece vedere in alcuni corpi la virtù di produrla, in altri d' assorbirla, provò tutto con varie ed opportune sperienze le più compiute, che noi abbiamo ancora presentemente, come dice il Lavoisier (*a*); inventò strumenti, propose metu-

Scrittori di tali arie.

Ales.

(*a*) *Opusc. phys. et chym.* tom. I, c. III.

di, stabilì teorìe, e gettò i fondamenti d' una scienza particolare di questa nuov' aria (a). Ma l' Ales, profondo meditatore, diligentissimo sperimentatore, era più atto per l' invenzione, che per la sposizione della verità, il suo libro fatto per gli amatori della verità la più ignuda, e non per esser letto piacevolmente, ma per essere attentamente studiato, e una raccolta d' una infinità di fatti utili e curiosi, la cui concatenazione non vedesi al primo sguardo, e suppone ne' suoi lettori penetrazione d' ingegno, moltiplicità di cognizioni, che non sono comuni a molti; e perciò le sue scoperte, come dice lo stesso suo traduttore Buffon (b), non fecero quello spicco, che avrebbono fatto, se fossero state presentate con altro metodo; e la sua dottrina non levò tanto grido, nè si guadagnò tanti seguaci, come merita la sua novità, la sua sodezza, ed utilità. Si cominciò nondimeno a trattare alquanto più di quest' aria, benchè sott' altri nomi diversi, ed a conoscersi più intimamente alcune sue proprietà; e il Brownrig (c), il Venel (d), e qualch' altro, di nociva quale era prima soltanto riconosciuta, cominciarono ad applicarla

---

(a) *Stat. de veget.* cap. VI.
(b) Prefaz.
(c) *Philos. transact.* tom. LV.
(d) *Mém. présent. á l' Acad. de Sc. de Paris.* vol. II.

a salutevoli usi. Il Lavosier (a) dà un' assai giusta e compiuta idea della teorìa del Black, e del Iacquin, delle fatiche del Saluzzo spettanti a questa materia, delle sperienze e scoperte del Cavendisch, della teorìa del Meyer; distruttrice in gran parte dell' or lodata dell'Ales, del Black, e del Macbride, della dottrina del Crans, dello Smeth, del Rouelle, del Beaumé, e d' alcuni altri; e noi rimettendo a quel dotto autore i nostri lettori, che brameranno d' averne distinta notizia, rivolgeremo al famoso Priestley il nostro ragionamento. I primi fisici illustratori dell' aria fissa non avevano di questa assai chiare e precise idee; l' istesso suo padre e maestro Ales, privo delle necessarie notizie, e di più fini stromenti, non ebbe sempre giusti i risultati delle sue sperienze, e calcolò troppo ristrettamente i prodotti, confuse vagamente l' aria fissa coll' atmosferica, nè seppe abbastanza distinguere le proprietà, e le differenze dell' una e dell' altra, e non giunse in somma ad acquistare il possesso di quell' aria, di cui egli fu lo scopritore, e per così dire il creatore. Il dominio e la padronanza di questa è poi toccato alcuni anni dipoi al suo nazionale Priestley, il quale viene giustissimamente riguardato come il maestro di tutta la nuova aerologìa. Il suo genio industrioso e paziente gli ha fatto ritro-

Priestley.

(a) *Opusc. phys. et chym.* tom. I; *Précis. hist. sur les éman. élast.*

vare nuovi stromenti e nuove operazioni, nuovi apparati e nuovi processi, onde frenare un corpo sì libero, sì scorrevole, e lubrico, costringerlo, e rinserrarlo ne' suoi vasi, moverlo, e trasportarlo a piacimento, renderlo visibile, maneggiarlo, e spartirlo, e farne rigorosissima anatomìa, dove pareva un' estrema sottigliezza il conoscerne l' esistenza. Così ha potuto egli rinvenire tante spezie diverse d' aria, esaminare le proprietà comuni a tutte, e le peculiari a ciascheduna, presentarle in modo sensibile e sicuro, e farle conoscere a' suoi lettori. Dalle sue vasche, dalle sue boccie, da' suoi vasi sono uscite l' aria fissa, l' aria nitrosa, l' aria deflogisticata, la flogisticata, l' infiammabile, l' acida, l' alcalina, e tant' altre sorti d' arie diverse, e sono venute a svelare molti secreti, che la natura teneva nascosti nelle calci, ne' metalli, e in tant' altri corpi naturali; e il Priestley producendole, e maneggiandole, e dirigendole opportunamente ad utili fini, può riguardarsi come un nuovo Eolo, padre e governatore, arbitro e dio di queste nuove arie (a). L' aria mefitica d' alcuni siti, e d' alcuni corpi era già prima riconosciuta come nocevole alla vita degli animali: il Priestley ha trovata generalmente ogni aria fissa dannosa alla conservazione degli animali, de' vegetabili, della fiamma, e de' colori; ma l' ha sco-

Aria fissa.

(a) *Esper. ed, osserv. su differ. spezie d' aria; ed Esp. su diff. rami della Fisica ec.*

perta altresì capace di comunicare all' acqua comune il gusto acidulo d' alcune minerali, e darle così artifizialmente quella forza, ed attività, che queste ricevono dalle mani della natura. Il Macbride, il Percival, ed altri medici hanno riconosciuto nell' aria fissa parecchie virtù medicinali: la produzione di quest' aria s' è resa giovevole per la curazione de' mali putridi, de' cancheri, dello scorbuto, e d' altri mali, e la scoperta del Priestley si ritrova molto salutare e benefica, e diventa sempre più interessante per l' umanità. Lo scoprimento dell' acidità, che l' aria fissa comunica all' aria, ha eccitata fra' fisici un' assai dibattuta questione. Il Priestley suo inventore, appoggiandosi alle sperienze dell' Hey, la crede naturale, ed intrinseca all' aria fissa, e vuole, che questa sia essa medesima una spezie d' acido naturale, o un acido d' un genere particolare e suo proprio, o, come il Bergman la chiama, un acido aereo, e s' appoggia alle sperienze fatte dall' Hey (*a*); e di questo sentimento sono parimente l' Achard (*b*), e molt' altri. Ma il Fontana, esaminate più attentamente le sperienze dell' Hey, e le ragioni del Priestley, e fatti da lui nuovi e più decisivi sperimenti, conchiude, che non innata, ma

(*a*) *Esper. ed osserv. su differ. spezie d' aria*, Append.; *Dettaglio d' alcune sper. ec.*
(*b*) *Acad. de Berlin.* an. 1778. *Mém. sur. la deflog. de l' air flogist.*

straniera all' aria fissa debba credersi quell' acidità: e come quest' ingegnoso fisico non sa toccare alcuna materia senz' arricchirla di nuovi lumi, così passa a dimostrarci, che l' acido vitriolico è nell' aria fissa in un vero stato di dissoluzione; che percio può credersi, che quell' acido nell' aria fissa rechi gran giovamento in molte infermità, mentre sì poco giova l' acido vitriolico anche sciolto nell' acqua; che v' è nell' aria atmosferica e salubre un principio d' acido volatile naturale, e che può ritrovarsi uno stromento, che c' indichi nell' aria la maggiore o minore salubrità, e presenta allo studio de' fisici altre curiose ed interessanti verità (*a*). Non men che dell' aria fissa è illustratore il Priestley di tant' altre spezie d' aria, che hanno occupati quasi tutti i fisici de' nostri dì. Ma come seguire una ad una l' aria flogisticata e la deflogisticata, l' aria nitrosa, l' aria alcalina, la numerosa famiglia delle arie acide, e le infinite scoperte, che su ciascuna di queste arie hanno fatte il Priestley, il Cavendish, il Lavoisier, il Fontana, il Landriani e tant' altri?

Aria infiammabile.

La sola aria infiammabile, che tanto romore ha menato in questi dì, ferma alcun poco la nostra attenzione. Da quasi tutti i metalli e semimetalli, e dalle sostanze animali ricava-

---

(*a*) *Ricerche fisiche sopra l' aria fissa. Descr. e usi d' alcuni strom. per misurare la sal. dell' aria.*

va il Priestley coll'ajuto degli acidi l'aria infiammabile, la quale si mostra essere differente dalla comune e per l'odore, e per la leggierezza, e pel mefitismo, e per altre qualità; ed è veramente infiammabile, perchè prende fuoco, e s'infiamma all'avvicinamento del lume. Lascio le dispute agitate da' fisici su l'azione, che l'acqua esercita contra l'aria infiammabile, quando entrambe sono insieme agitate in un medesimo vaso, su la maggiore o minore conservazione di quest'aria, e su' vari altri simili punti, e vengo alle scoperte del Volta in questa materia, che gli hanno meritato un nome distinto. Egli fu il primo a ricavare naturalmente da' canali, da' fossi; da' fiumi, da' laghi, da' siti limacciosi e fangosi una pronta e copiosa quantità di tale aria; e a darci così un'aria infiammabile naturale. Egli ha inventati nuovi apparecchi, onde meglio raccogliere, e maneggiare l'aria infiammabile. Egli ha trovato non una, ma molte e diverse essere le spezie di questa, ed ha assegnate a ciascuna spezie le sue proprietà, e differenze. Egli ha scoperte tante nuove verità su quest'aria, che si rende in qualche modo superiore allo stesso Priestley, il quale sembra volerlo riconoscere in questa parte come maestro (*a*). Celebre è non solo in tutta l'Eu-

---

(*a*) V. *Lettere su l'aria infiam. Lett. al Sig. Priestley ec. Lett. al Sig. March. Castelli ec. ed altri.*

ropa, ma nell' America, e in ogni luogo, ove si conosce la vera fisica, il pistoletto elettrico ad aria infiammabile, che ha inventato, e ridotto ad uso quest' ingegnoso fisico. (a). A lui pure riferisce lo Scopoli l' invenzione d'altre macchinette, d' altre osservazioni, e d' altre teorie, che arrecano vie maggiore gloria al suo nome, e rendono la scienza aereologica più curiosa ed interessante (b). A maggiore celebrità dell' aria infiammabile, ed a più nobile rischiarimento della dottrina dell' aria sono venuti in questi dì i palloni volanti, i quali però sono troppo presto spariti senza avere recato gli aspettati vantaggi alla fisica, e all'altre scienze. A' due fratelli Montgolfier, non meno dilettanti delle scienze fisiche, che delle cognizioni risguardanti l' arte di far la carta, per la quale hanno acquistato tanto nome alla loro fabbrica d'Annonay, è dovuta l'invenzione di quella celebre macchina che prima fecero coll'aria infiammabile, e poi più semplicemente coll' aria rarefatta col fuoco. La maggiore leggerezza dell' aria infiammabile sopra quella dell' atmosferica, e la facilità, con cui s' inalzò un taffettà gonfio di tale aria, guidò quegl' industriosi fratelli ad una sì nuova ed inaspettata scoperta, e fattane prima privatamente qualche prova, poi nel giugno

Globi aereostatici

(a) *Lett. al Sig. March. Castelli sopra un moschetto, e pistola d' aria infiammabile.*

(b) *Dizion. di Chim. del Macquer,* art. *aria infiammabile.*

del 1783 la sposero agli occhi di tutti, e fecero innalzare su l' aria un voluminoso pallone di più di 30. piedi di diametro alla presenza del popolo spettatore. Giunse tosto a Parigi la nuova della macchina volante d'Annonay, e il dotto fisico Charles, ajutato da' due meccanici fratelli Robert, s' impegnò a dare un simile spettacolo al popolo di Parigi. L' aria infiammabile de' Moutgolfier era prodotta semplicemente coll' accensione della paglia bagnata, siccome il mezzo più facile, e men dispendioso; aria, che s' è poi meritato lo studio, e le speculazioni del dotto fisico Achard (a): il Charles, niente sapendo delle operazioni de' Montgolfier pensò, com' era più ovvio, a formarsi l' aria infiammabile con una dissoluzione metallica, essendo questa assai più leggiera, ed ajutato nella troppo gravosa spesa da un' associazione di varj altri fece nel seguente agosto coll' aria infiammabile metallica un globo aereostatico di 12 piedi di diametro, che s' innalzò con una leggierezza, o forza capace di levare con sè il peso di 40 libbre. Altro globo più grande, e capace di portare nell' aria un peso di 700. e più libbre fecero tosto nel settembre i Montgolfier: parecchj altri si diedero a formare simili globi: il celebre sfortunato Pilatre de Rozier ardì il primo di montarvi sopra e sollevarsi nell' aria; non pochi altri si diedero a gara a seguire il coraggioso suo esempio; e tutti furono presi

---

(a) *Acad. de Berl.* an. 1782.

dall' entusiasmo di quella nuova invenzione; i fisici, ed i chimici ricercarono i mezzi di produrre un' aria più e più leggiera, e men dispendiosa; i matematici s' applicarono a calcolare i movimenti di tali globi; e i palloni aerostatici occuparono i pensieri, e l' attenzione di tutti. Egli era realmente un sorprendente e maraviglioso spettacolo il vedere l' uomo, che co' suoi cocchj calca la terra, e varca colle navi l'onde del mare, superare ugualmente co' globi aereostatici le regioni dell' aria, e camminar da per tutto come in trionfo padrone dell'universo. *Nil mortalibus arduum est*. Non è dell' oggetto della nostra opera il distendere quì la storia, e molto meno l' elogio di questi globi, e dirò soltanto al nostro proposito, ch' essi eccitarono i fisici a studiare più attentamente le proprietà diverse delle arie, che diedero materia a varie dotte opere fisiche e matematiche intorno alla loro composizione, ed al loro moto; che produssero una nuova scienza, chiamata giustamente aereostatica, e coltivata da' dotti geometri, per fino dal grand' Eulero; e che finalmente a tutta la dottrina dell' aria recarono nuovi lumi ed utili rischiaramenti; e sarebbono riusciti di gran vantaggio a quasi tutte le altre scienze, e forse anche alla società, se non fossero stati sì presto, e quasi nel loro nascere abbandonati. Se la sola aria infiammabile ha prestato argomento di tante e sì famose scoperte, non è stato inutile e sterile lo studio delle altre sorti di arie diverse. Quante belle sperienze ed osservazioni non hanno fatte su le arie salubri il Prie-

Altre arie.

stley (*a*), il Landriani (*b*), l' Achard (*c*), ed altri parecchi fisici? Il Landriani in oltre ci ha fatto il dono d' uno stromento da altri desiderato, e da taluno anche immaginato, ma da lui solo eseguito, per misurare la salubrità dell'aria, ed ha formato il primo *eudiometro*, che meriti realmente l' onore di questo nome, e che ha potuto servire d' esemplare al Maghellan (*d*), all' Achard (*e*), e ad altri, che, hanno arricchita l' aerologìa di nuovi eudiometri. Che spazioso campo di nuove scoperte non è stata altresì l' aria deflogisticata al Priestley, al Cavendish, al Lavoisier, al Fontana, all' Achard, e ad altri fisici? Il Fontana ha in oltre scoperta una nuova aria, da lui chiamata *regia* (*f*); il Milly ha arricchita questa nuova aerologìa d' un' altr'aria animale, o d' un gas emanato dal corpo umano, che è stato confermato ed approvato dal Lavoisier (*g*); e quasi tutti i moderni fisici e chimici vanno a gara per ritrovare nuove arie, o qualche nuovo fenomeno, o nuova proprietà nelle già ritrovate; e noi avremmo materia di molti grossi volumi, se volessimo seguire tutte le

---

(*a*) L. c. e *Lettere al Landriani* ec. *Opusc. di Milano* vol. XVII.

(*b*) *Ricerche su la salub. dell' aria*.

(*c*) *Acad. de Berlin* 1778.

(*d*) Lett. to *Dr. Priesley*.

(*e*) *Acad. de Berlin*. 1778.

(*f*) *Mem. della Soc. ital.* tom. I.

(*g*) *Acad. des Sc.* an. 1777.

scoperte, che hanno fatte, e che seguitano a fare in tali arie i dotti moderni. Ma il fin qui detto potrà bastare per dar a conoscere quali sieno i sottili studj de' fisici de' nostri dì, e quanti progressi abbia fatto in brevissimo tempo la nuova aereologìa, abbozzata prima dall'Ales, e poi pienamente formata e compiuta dal Priestley, ed arricchita, ed ornata di nuovi lumi da tant' altri valenti fisici. Fortunatamente per la fisica queste minute speculazioni sono in mano di saggi filosofi, non meno acuti per vedere ogni pericolo d' abbaglio e travedimento, che sinceri, e gelosi dell' onore delle scienze, per non proporre come scoperte se non le conosciute ed incontrastabili verità, ed ingegnosi ed accorti per render visibili, e far toccare con mano le loro invenzioni. L' estrema sottigliezza in materie sì poco sensibili, l' eccessivo amore di novità, e il prurito e la vana ambizione di fare scoperte, che è la passione dominante de' moderni fisici, potrebbono far temere altrimenti, che si prendessero talvolta per nuove verità le visioni d' un' ambiziosa fantasìa, e si riguardassero come risultati delle sperienze gli effetti della prevenzione. Or nondimeno sarebbe da desiderare, che i nostri fisici, senza impegnarsi sì avidamente in trovar sempre proprie scoperte, si contentassero alle volte di confermare, ed assodare l'altrui, e liberarle da' dubbj e dall'incertezza, da cui i loro autori non le han potuto levare. Quanto più utile sarebbe l'accertare le virtù medicinali dell' aria fissa, decantate molti, ma non da tutti credute, che non

affannarsi per ritrovare una qualunque scoperta, che spesso non serve che a scancellarne qualch'altra, ed essa medesima non di rado viene in breve tempo obbliata? Colla cognizione di tante arie, e di tanti loro attributi si potrà ora meglio disaminare l'aria atmosferica, e piacerebbe a molti, che si facesse più studio di ben conoscere l'aria naturale, da cui siamo circondati, e che tanta parte ha nella comune salute, e in tutta la società, che non d'anatomizzare tant'arie fattizie, che bisognano di matraccj, e di lambicchi, d'acidi, e d'altri mezzi per estrarsi da'sali, da' metalli, e da' varj corpi, dove la natura le teneva nascoste. A tanti punti, che abbiano toccati, dell'aria, sarebbono ancora da aggiugnersi il suono, ed i venti, che appartengono alla medesima. Ma come è tanto vasta e copiosa la materia di questo capo, quel poco, che abbiamo trattato del suono nel parlar dell' acustica, e ciò, che diremo de'venti nella meteorologìa, ci potrà dispensare di tenerne quì più lungo ragionamento; e noi però lasciando da parte l'aria entreremo a contemplare brevemente il fuoco, e a dare una leggiera notizia della pirologìa.

Del fuoco. Il fuoco, animatore di tutti i corpi, e spirito e vita di tutto l'universo, ha giustamente occupate in tutti i tempi le meditazioni de' filosofi. I persiani, ed altri antichi contemplando l'irresistibile forza, che gode il fuoco, ed i molti e grandi vantaggj, di cui ci è benefico apportatore, gli ergevano are, e l'adoravano come Dio. Gli stessi greci, e i roma-

ni lo riguardavano come cosa sacra, e lo trattavano con religiosa venerazione. I filosofi facevano grand' uso del fuoco, pe' fisici loro sistemi, e per la spiegazione de' fenomeni della natura. Eraclito, ed Ippaso lo volevano come primo principio, ed ultimo termine di tutti i corpi, dal quale sieno nati in qualche modo gli altri elementi, e nel quale tutto l'universo, venga a finire (*a*). Il sole, e le stelle, secondo il sentimento di quasi tutti gli antichi filosofi, non sono che fuoco (*b*). Una composizione di fuoco credeva Democrito, che fosse l'anima umana (*c*). Platone chiamava il colore una fiamma, che spicca da' corpi (*d*); e tutti in somma ricorrevano al fuoco per ispiegare le operazioni della natura. Ma al venire a qualche precisione nel descrivere le sue proprietà, nessuno ha saputo parlarne colla dovuta esattezza. Tutti, secondo il gusto universale a que' tempi di penetrare ne' principj della natura d'ogni cosa, s' impegnarono in iscoprire quella del fuoco; e alcuni vollero, che fosse composto di particelle piramidali ed acuminate, altri di sferiche e rotonde, altri pensarono, che il fuoco fosse formato dall' aria più e più rarefatta, altri al contrario, che esso fosse il primo

---

(*a*) Lucret. *De rer. natur.* lib. I; Plut. *De solat. phil.* lib. I, c. III.
(*b*) Plut. ibid. lib. II, c. XIII.
(*c*) Ibid. lib. IV, c. III.
(*d*) Ibid. lib. I, c. XV.

principio, onde derivasse la formazione dell'aria stessa, e di tutti i corpi; e così si dibattevano in varie opinioni intorno ad un punto, su cui non potevano mai trovare che semplici congetture. Ma delle proprietà del fuoco, che potevano veramente conoscersi colle sperienze ed osservazioni, o non dissero che cose ovvie e comuni, o ne immaginarono delle false. La leggierezza è stata generalmente abbracciata da tutti gli antichi come una proprietà in sommo grado del fuoco; luce, calore, e secchezza sono gli attributi, che tutti parimente gli davano, e generalmente nessuno ci presentava che un' idea comune e triviale, e talor anche poco giusta di quell' elemento. Nè meglio ci hanno istruiti delle sue qualità i moderni filosofi, mentre hanno seguite, come gli antichi, le congetture del loro ingegno, nè hanno cercata la vera e sicura scorta de' fatti. Che c' insegnano il Patrizio, il Cardano, ed altri riformatori dell' antica filosofia col negare al fuoco ogni sostanza, e farlo soltanto una modificazione delle particelle del corpo caldo od acceso! Il Cartesio entrò da filosofo ad esaminare la natura del fuoco, la sua propagazione, il suo alimento, ed altri fenomeni, che chiamano giustamente i filosofici sguardi; ma attaccato sempre al suo sistema volle ad ogni cosa applicare i globetti, e le particelle de' suoi tre elementi, e diede una spiegazione più da poeta che da filosofo (*a*). Il Boile fu il primo, che

(*a*) *Princip.* part. IV, n. LXXX. e seg.

risguardasse il fuoco nel vero suo aspetto, obbligandolo colla forza delle sperienze a scoprire senza ritegni le sue proprietà; ma il libro dove svolgeva pienamente questa materia, non ha potuto vedere la luce; e noi altro non abbiamo che alcune poche sue sperienze, le quali però sono le prime scoperte, che possano dirsi tali riguardo al fuoco. Il Casati colla voluminosa sua opera intorno al fuoco non fece che incominciare a mostrarlo in varj fenomeni, ed eccitare gli studj d'altri filosofi a meglio applicarsi ad esaminarlo (*a*). Il Boerahave, senza immaginarie speculazioni, col cercare le vere sue proprietà, e provarlo co' fatti, s'è reso classico e magistrale in questa materia (*b*). L'Amontons (*c*), il Mairan (*d*), il Muschembroek (*e*), il Nollet (*f*), ed alcuni altri hanno fatte nuove sperienze ed osservazioni, e prodotte nuove scoperte. L'accademia delle scienze di Parigi propose per argomento di premio la questione della natura del fuoco: ma benchè fossero tre le dissertazioni premiate, e queste avessero per autori non meno che l'Eulero, il Lozeran de Fiesc, e il Crequi, non si è resa con queste più palese, e più co-

---

(*a*) *De igne* dissert. phys.
(*b*) *Elem. chem.* tom. I.
(*c*) *Acad. des Sc.* an. 1699, al.
(*d*) Ivi an. 1719, e *Dies. sur la glace*.
(*e*) *Ess. de phys.* o. *Tentam. exper. nat.* ec.
(*f*) Lez. xiii, xiv.

nosciuta la natura di quell' elemento. I chimici e fisici moderni, il Crawfort, il Marat, e molt'altri si studiano di recar nuovi lumi alla dottrina del fuoco. Entriamo noi brevemente a ricorrere con qualche distinzione alcuni punti particolari, e cerchiamo di meglio conoscere le scoperte de' fisici in questa scienza.

Gravità dell'aria negata dagli antichi.

La leggierezza, e la gravità del fuoco è stata un argomento di speculazioni degli antichi e moderni fisici, Democrito, Platone, Aristotele, gli stoici, e tutta in somma l'antichità, vedendo il fuoco innalzarsi sempre su gli altri corpi, lo credevano naturalmente leggiero, e che da sè stesso tendesse all'insù; e quest'opinione degli antichi si mantenne inconcussa nelle scuole, senza che in tanti secoli venisse a nessuno il pensiero di dubitarne. Il primo, che rivocasse in dubbio quell' universale opinione fu, per quanto pare dal testimonio del Casati (*a*), l'autore delle dissertazioni *De terra machinis mota*. Ma il primo, che facesse realmente la scoperta della gravità, e del peso del fuoco, non fu che l'ingegnoso ed attento Boile, il quale con replicate sperienze la provò in varie guise, e giunse con diligente dilicatezza a misurarne la quantità (*b*). Gli accademici fiorentini pesando in una bilancia due verghe di metallo, una delle quali era riscaldata, videro innalzarsi questa nella bilancia, e com-

Riconosciuta dai moderni.

(*a*) Diss. tert. *De ignis loco.*
(*b*) *Exper. nova; De flammae ponderabilitate.*

parire perciò alquanto più leggiera dell' altra fredda. Ma questa sperienza, tuttochè confermata con altra simile dello 'sGravesande, non ha avuto da' fisici quella credenza, che si meritano comunemente le altre sperienze di que' diligenti ed avveduti accademici. Il Casati, quantunque poco pratico nell' arte di fare le sperienze, trovò già a queste una giusta eccezione, e poi il maestro di tale arte Muschembroek in più guise ne fece vedere l' insussistenza (a). Ma il Boile or applicando lame, or limature di differenti metalli, or altre materie, or servendosi di fuoco di riverbero, or d' altri, variando, e replicando in guise diverse le sperienze, provò con tanta evidenza l' accrescimento del peso prodotto dal fuoco nelle riscaldate materie; che nessun ragionevole fisico potè rifiutare le sue sperienze, o negarne i risultati. La difficoltà e ripugnanza di dare peso ad un corpo sì leggiero, come da per tutto si mostra il fuoco, fece pensare a molti, che non dallo stesso fuoco, ma dalle eterogenee particole in esso involte potesse derivare ne' corpi riscaldati l'accrescimento di peso. Il du Clos, l'Homberg, e molt'altri per levare anche questo dubbio si valsero del fuoco purissimo de' raggi solari raccolti nello specchio ustorio, e trovarono, che con esso ugualmente accrescevasi il peso nella materia, a cui s' applicava.

(a) Orat. *De meth. instit. exp.* xx. *Essai de phys.* c. xxvI.

Sfera del fuoco.

La supposta leggierezza del fuoco diede argomento d'un'altra opinione, non men comune a tutti gli antichi, dell'esistenza d'una sfera, o d'un sito proprio, e quasi nativo del fuoco nella parte più elevata dell'atmosfera, alla quale questo naturalmente tendesse, e perciò s'innalzasse sopra tutti gli altri corpi. Ma dall'universale credenza di quest'elevatezza della regione del fuoco si passò poi all'opposto a collocarlo nel sito più basso e profondo, o nello stesso centro del globo terracqueo. Il vedere tanti volcani, che dall'interno della terra vomitan fuoco, e tante caverne e profondità, donde alle volte spiccano fiamme, ha fatto credere, che vi esista un fuoco sotterraneo, e centrale, di cui sieno que' fenomeni manifeste evaporazioni. Quando, e da chi incominciasse a spargersi quest' opinione, non ardirò di fissarlo. Il Gassendo diceva già al suo tempo essere sentimento comune, e generalmente ricevuto, che siavi sotto terra non sol calore, ma fuoco e fiamma (*a*). Non aderisce egli a quest' opinione, e crede soltanto sparso nel corpo della terra il fuoco, o calore, come lo è ne' corpi animali. Intanto il Casati (*b*), il Kircher (*c*), e molt' altri fisici del passato secolo riconoscevano apertamente un fuoco sotterraneo, e gli assegnavano per sua sede il centro del nostro globo. Ma il trion-

Fuoco centrale.

(*a*) Tom. II. *De globo tell.* cap. VI.
(*b*) Tom. I, diss. IV; e tom. II, diss. I.
(*c*) *Iter subterr.*

fa del fuoco centrale era riservato a questo secolo, quando ha avuto per apologisti, e sostenitori non meno che il Mairan, il Buffon, ed il Bailly. Il Mairan non solo ha rinnovata quest' opinione, ma l' ha sostenuta con tante ragioni, ed appoggiatala a sì esatti calcoli, che si può riguardare come il vero suo autore, e l' inventore o padre del fuoco centrale. Il picciolo divario nel calore della state, e dell' inverno, che l'Amontons (*a*) trovò non essere che come 60 a 51 ½, o in ragione di 8 a 7, quando il calore prodotto da' soli raggi solari dovrebbe variare almeno come 66 a 1, la costante ed uguale temperatura nelle profonde escavazioni, e nelle acque del mare, le eccezioni stesse di questa costante uguaglianza, e varj altri fenomeni, ch'egli ingegnosamente sa riferire al suo intento, tutto gli prova il fuoco centrale, e lo rende nelle sue mani stromento efficace, ed attivo cooperatore della natura (*b*). Il sistema della formazione del nostro globo, come di tutti i pianeti, e del suo raffreddamento, conduce necessariamente il Buffon a riconoscere il fuoco centrale, ed egli lo sa adoperare destramente all'ingegnosa spiegazione di molte arcane operazioni della natura (*c*). I calcoli, e le ragioni del Mairan, e del Buffon ricevono nuova forza colle sottili riflessioni, e

---

(*a*) *Acad. des Sc.* an. 1702.
(*b* *Diss. sur la glace* c. XI, XII, XIII.
(*c* *Epoq. de la nat.*, *e introd. à l'hist. des minér.*

cogli eruditi ed eloquenti ragionamenti del Bailly (a): la mente del leggitore abbagliata da' lampi dell' ingegno, e da' lumi dell' eloquenza di que' tre valenti scrittori, e compresa dal rispetto di nomi sì illustri si lascia condurre da' loro discorsi, e dalla loro autorità, e volentieri s' arrende a riconoscere, ed abbracciare il fuoco centrale, ch' essi con tanto splendore le presentano. Ma quando calmato l' ardore dell' immaginazione si riflette a varj dati non considerati ne' calcoli, e a mille fenomeni o non veduti, o artifiziosamente omessi, e passati in silenzio da quegli autori, si dilegua la convinzione, si dà luogo a molti dubbj promossi da' fisici posteriori (b), e si desidera di vedere più attentamente esaminata la temperatura interna ed esterna del nostro globo, meglio discusse le cagioni, che la producono, e trattata più esattamente questa materia.

Virtù espansiva del fuoco.

Or ritornando alle proprietà del fuoco, il Boerahave prende per la principale e distintiva la dilatazione ed espansione, che in tutti i corpi più o meno produce il fuoco (c). Questa era già stata conosciuta da' fisici antecedenti; ma non la considerarono come sì universale, nè pensarono a determinarla con qualch' esattezza. Gli accademici fiorentini provarono con alcune

---

(a) *Lett. sur l'orig. des Sc.* ec., Let. IX. e X.

(b) V. Mr. Romé de l'Isle *L'action du feu centr.* ec; Mr. Royou *Le Monde de verre* ec.; *Lett. à Mr. le Comte de Buffon* ec. ec.

(c) *Elem. Chem.* tom. I., *De igne*.

sperienze la rarefazione prodotta dal fuoco nel vetro, e ne' metalli (a). Il Boerahave mostrò tale dilatazione in molt'altri corpi solidi, e fluidi, e con replicate e decisive sperienze giunse a fissare alcune leggi intorno agli uni e agli altri. Trovò che i liquori quanto meno densi sono e più leggieri, maggiormente si rarefanno col medesimo fuoco; che i corpi solidi si dilatano secondo tutte le dimensioni della loro grandezza, ed anch' essi secondo la loro densità, o rarità; che l'espansione va crescendo nel corpo a grado che si riceve in esso più fuoco; ma che quando arriva a certo segno proporzionato a' diversi corpi, per quanto s'accresca il fuoco non più riceve alcun incremento; e così stabilì alcune regole, che non poco lume hanno sparso intorno a questa materia. A maggiore rischiarimento della medesima più assai del Boerahave, e di tutti gli altri ha giovato il Muschembroek. Celebre è lo stromento da lui inventato per misurare con facilità, e con precisione le rarefazioni di varj corpi con più, o meno fuoco, detto perciò *pirometro*; nè si possono lodare abbastanza le sottili vedute, e le sagaci cautele, con cui adoperò il suo pirometro, e si condusse nelle sue sperienze per non deviare dalla più giusta esattezza (b). Con questo fino stromento, e colla maestrevole sua destrezza s'applicò intentamente a misurare la ra-

Pirometro

(a) *Saggio* ec. part. II.
(b) *Tentam. experim.* l. c. *Additam.*

refazione, che in diversi corpi produce il fuoco, e dopo replicate sperienze verificò in qualche modo, e ridusse alle dovute limitazioni le leggi del Boerahave, determinò i gradi di rarefazione, che ciascuno de' corpi messi a prova riceveva in varj tempi con una, con due, con più fiamme, col calore dell' acqua bollente, e con quello d' alcuni metalli nell' atto di liquefarsi; osservò quali fossero i corpi più pronti a mostrar la dilatazione, quali i più capaci di riceverla maggiore, quanto vi contribuisse la grossezza, e la figura de' medesimi, e scoprì mille nuove verità, che meritano l' attenzione de' fisici, ma che troppo lungo sarebbe il volerle quì riportare; e noi rimettendo i lettori allo stesso autore parleremo d' altre proprietà del fuoco, che non possiamo passare in silenzio, e queste sono la luce, ed il calore. Gli antichi fisici tutti credevano, che dallo stesso fuoco provenissero la luce e il calore, e masse di fuoco riputavano il sole, e tutte le stelle, perchè le vedevano vibrare raggi di luce. Bacone di Verulamio osservò qualche differenza fra la luce e il calore, quale è, che introdotta in una camera per qualche tempo una faccola, e qualunque fuoco, fino dal primo momento comunicherà a tutta la camera il medesimo lume che in tutto il resto del tempo, mentre il calore verrà ognora crescendo, nè ancor ritirando il fuoco si perderà affatto (*a*). L'Hook ricevè i

Differenza fra la luce e il calore.

(*a*) *Nov. org.* lib. II, pag. 342.

una lente i raggi della luna, e formarono nel loro fuoco una luce vivissima, ma non produssero verun calore sensibile neppure nel termometro; e ciò parimente venne confermato colle sperienze nell' accademia di Parigi (a). Ne' fosfori vedevasi il lume, non si sentiva il calore; e così altri fenomeni potevano far temere, che diverso fosse il principio, onde procedevano la luce e il calore. Nondimeno i dotti fisici credevano poter prendere il lume, come dice il Boerahave (b), per argomento fermissimo della presenza del fuoco. Ma il Boerahave, facendo rilevare questa ed altre differenze, conchiuse, che v' ha potentissimo fuoco senz' alcun lume, e splendidissimo lume senza calore. I fisici, e i chimici posteriori convengono bensì tutti in trovare notabili differenze tra la luce ed il calore, ma non tutti vogliono riconoscere diversità nel loro principio, credendo alcuni, che basti diversa modificazione, e che, come dice il Nollet (c), il fuoco e la luce considerati nel loro principio facciano una sola e medesima sostanza differentemente modificata. Checchè di ciò sia, tale questione ha dato eccitamento a' chimici, ed a' fisici per riflettere più attentamente su differenti fenomeni della luce e del calore, e questa moltiplice differenza ha fatto meglio conoscere l' uno e l' altra. Il

(a) *Acad. des Sc.* an. 1699.
(b) L. c.
(c) Lez. XIII.

Marat ha raccolti con particolare diligenza tutti i capi di tale differenza (*a*); e il Fontana altresì ha uniti alcuni effetti fra lor diversi, e talvolta anche opposti, non solo della luce e del calore, ma eziandìo della fiamma e del flogisto (*b*). Noi non possiamo seguire minutamente ogni cosa, e riguarderemo soltanto alcuni punti particolari per dare una qualche idea degli studj de' fisici in quelle materie. I fosfori sono i corpi, in cui si vuole, che più chiaramente si veda la luce, e non si senta il calore, e meritano pertanto qualche distinta attenzione. Lasciamo il fuoco de' sacerdoti ebrei nella Persia, di cui parla la storia de' Maccabei (*c*), e che alcuni vogliono, che fosse un fosforo; lasciam' altri fosfori, che si pretendono composti dal Fernel, e da altri fisici, ma che non sono abbastanza certi, e venendo a fatti più sicuri ed autentici, prendiamo la prima notizia di questo fenomeno dall'anno 1602, quando il bolognese Vincenzo Casciarolo calcinando una pietra del monte Paterno vicino a Bologna colla speranza di rinvenirvi dell'argento, scoprì, ch'essa aveva la proprietà singolare, ed allora creduta unica, d'essere luminosa nell'oscurità, e trovò il primo e più rinomato fosforo, che si conosca, qual è la famosa *pietra di Bologna*. Seppe ben tosto il Galileo, ricavare filosofico vantaggio da questa

Fosfori.

(*a*) *Rech. phys. sur le feu*.
(*b*) *Mem della Soc. ital.* tom. I.
(*c*) Lib. II, c. I.

casuale scoperta; e trovandosi in Roma in una nobile unione di dotti filosofi, decise col fosforo di Bologna la questione allor oscura ed insolvibile, se fosse o no sostanza la luce, che i peripatetici non credevano che accidente (*a*). Fortunio Liceto, il Mentzelio, ed alcuni altri scrissero distesamente la storia di questo fosforo, e la pietra di Bologna fu per molto tempo l'unico fosforo, che conoscessero i fisici. Dopo molti anni il Balduino in un trattato intitolato *Aurum aurae*, riportò alla fine la descrizione d'un fosforo da lui inventato, e chiamato *ermetico*, che ha molta somiglianza colla pietra di Bologna. Nel 1669, secondo il Vogel (*b*), e secondo altri nel 1677, ricercando il Brandt nell'orina la pietra filosofale ritrovò una nuova sorta di fosforo diverso dal bolognese, il quale al solo contatto dell'aria s'infiamma, mentre il bolognese luce soltanto, e non arde mai. Il Brandt vendè a caro prezzo al Crafft il secreto del suo fosforo; ma il Kunkel, cui ne doveva far parte il Crafft, e proditoriamente lo tenne celato, seppe da se col proprio studio scoprirlo, ed ebbe la gloria, che detto fosforo passasse a' posteri col nome di lui, e venisse chiamato *Fosforo del Kunkel*. Il Boile avendo veduto il fosforo por-

(*a*) V. Targioni *Notizie dell' ingr.* ec. tom. I, pag. 46 e seg.

(*b*) *Inst. Chem.*

tato in Inghilterra dal Crafft, ed appena soltanto inteso, che questo ricavavasi da una sostanza appartenente al corpo umano, lo seppe formare da sè, e lo partecipò alla R. Società di Londra (*a*). L'Homberg perfezionò il fosforo del Kunkel, e trovò poi il secreto d' amalgamarlo col mercurio, e poscia anche inventò da sè un nuovo fosforo di sale e di calce viva. L' accademia di Parigi fece esaminare da tre dotti socj, l' Hellot, il du Fay, ed il Geofroi, tutte le operazioni de' fosfori; e il du Fay nel 1730, e l' Hellot nel 1737 svelarono tutti i misterj, sotto cui avevano sin allora i chimici tenuti coperti i fosfori; e singolarmente il du Fay scoprì molti nuovi corpi fosforici, spiegò molte maniere di farli, e trattò magistralmente tutta questa materia. Ma Bologna, prima patria di que' lucidi corpi, aveva tutto il diritto di volerne essere la principale illustratrice; e il Beccari infatti ha fatte tante osservazioni intorno a' fosfori, ed ha inventato un sì bel modo di farli, ha discoperti tanti nuovi corpi fosforici, ha scritto sì dottamente di tutti, e vi ha tanto lavorato con tanto ingegno, e con tanta felicità, che può giustamente riputarsi il maestro di questo curioso, benchè non troppo interessante, punto di fisica (*b*). I chimici e fisici posteriori han-

---

(*a*) *Trans. fil.* an. 1680. n. 96.

(*b*) *De quam plur. phosph. nunc primum detect.*, *Ac. Bon.* tom. II, part. II.

no seguitato a studiare i fosfori, e singolarmente il Margraff (a), e presentemente il Lavoisier (b) hanno sparsi su' fosfori molti nuovi e curiosi lumi. I fosfori erano stati soggetti di maraviglia e di divertimento; non si erano mai ridotti a qualche profittevole uso. Recentemente in questi anni il Peila, e il Challant n'hanno saputo formare picciole candelette, che s'accendono da sè stesse, e che possono essere talvolta di qualche utilità (c). Prima di levare la mano da' fosfori non sarà fuori del presente argomento il fare menzione del *piroforo* dell' Homberg. Questi maneggiando le feccie umane colla mira di ricavarne un olio atto a fissare il mercurio coll' argento, trovò, che un misto di tale materia e d' allume, ch' egli aveva distillato, quando fu levato fuori dalla ritorta prese fuoco, e continuò ad ardere, e questo misto venne da lui chiamato *piroforo*, e quindi dagl' altri *Piroforo dell' Homberg* (d). Il giovine Lemery sostituì a quella materia, poco gradevole a trattarsi, il mele, la farina, e lo zucchero, ed ora comunemente coi solo zucchero ed allume si lavora il *piroforo*. Anzi il Lejay de Suvigny ha pensato di sostituire all' allume qualunque sale, che contenga dell'

Piroforo.

(a) *Acad. de Berl.* 1742, 50.

(b) *Acad. des Sc.* 1777, e *Op. sc. phys. et chym.* tom. I, c. IX.

(c) V. *Opusc. scelti di Milano* tom. V.

(d) *Acad. des Sc.* an. 1711.

acido vetriolico (*a*). Ma tanto basti de' fosfori e de' *pirofori*, e seguitiamo a considerare la luce ed il calore. Noi nel trattare dell' ottica abbiamo brevemente parlato della luce colla ristrettezza, che la copia delle materie permette, ed ora ci asterremo di tenerne ulteriore ragionamento; aggiungeremo soltanto una proprietà della luce, scoperta e provata da' moderni fisici, ed è la sua influenza su tutti i corpi naturali. Nel 1779 ha pubblicate l' Ingenhousz le sue *Sperienze su' vegetabili*, e in esse ha fatto vedere l' influenza, che ha la luce su la produzione dell' aria, che ci forniscono i vegetabili. Lo stesso pensiero volgeva in mente l' instancabile Priestley, quando vide venire alla luce le scoperte dell' Ingenhousz (*b*). Contemporaneamente faceva a questo medesimo oggetto il Senebier molte sperienze; e ripetute poi queste con maggior diligenza, ed accresciute co' lumi dell' Ingenhousz, ha pubblicate nel 1782 le sue *Memorie fisico-chimiche su l' influenza della luce solare*, per modificare gli esseri de' tre regni della natura, singolarmente quelli del regno vegetabile. Ma rinnovando ulteriori ricerche, e nuove sperienze ha dati ancor nuovi risultati nel 1783, ed altri eziandio più recenti nel prossimo passato 1788; e benchè lo

Influenza della luce su' corpi naturali.

(*a*) *Mémoir. des Corresp. de l' Acad. des Sc.* vol. III.

(*b*) *Sper. ed osserv. su' diff. rami della fisica* tom. III, sez. II.

Scheele, il Bertolet, ed alcuni altri abbiano fatto su questo punto altre osservazioni, il Senebier dovrà essere riguardato come il promotore e maestro dell' influenza del lume. Egli è un bel vedere con quanta diligenza e sottigliezza ha saputo dividere gli effetti del calore da que' della semplice luce, e come dimostra ad evidenza quanto influisca la luce negli animali, ne' minerali, e principalmente ne' vegetabili; e noi rimettiamo i lettori alle stesse opere di quel dotto fisico, mentre passiamo a contemplare il calore come una proprietà del fuoco, su cui si sono molto occupati i fisici, e su cui hanno fatte in questi due passati secoli molte curiose osservazioni, ed ingegnose scoperte.

Calore.

Il Verulamio col penetrante suo ingegno propose varie sperienze per trovare su la natura, e su le proprietà del calore, e de' corpi caldi molte verità, ch'egli ama di chiamare *positive* e *negative*, *comparative* ed *esclusive*, e parecchie di queste verità sono già state decise da' fisici posteriori, ed egli stesso ci lasciò molte sottili osservazioni, che possono riguardarsi come i primi lumi su questa materia (*a*). Le scoperte del Newton sopra i colori hanno fatto anche scoprire alcune diversità della comunicazione del caldo ne' corpi diversamente coloriti; e già il Boile aveva osservato, che uno specchio di marmo nero non era capace di far ardere nel suo fuoco un pezzo di legno per

(*a*) *Nov. org.* lib. II.

quanto lo tenesse per lungo tempo a' raggi del Sole. Il medesimo Boile ha lasciate altresì su l' introduzione, o permeazione del fuoco, e su la propagazione del caldo parecchie nuove, e giustissime osservazioni (*a*), Alcune scoperte sul caldo fece anche alla fine del passato secolo l' Amontons (*b*); altre al principo di questo l' Homberg, il Geofroi, il Rèamur, e parecchj altri. Ma il Boerahave penetrò più intimamente in questa materia, e su la comunicazione del caldo a' corpi di colori diversi, su' corpi, in cui meglio propagasi, sul calore prodotto cogli specchj, e su varj altri punti propose molte reflessioni, che sono state la maggior parte abbracciate, altre limitate e corrette, e qualcuna anche rigettata da chimici e da' fisici (*c*). Il Muschembroek (*d*), il Mairan (*e*), il Nollet (*f*), il Buffon (*g*) hanno messe in miglior lume le proprietà del calore conosciute dagli altri fisici, e ne hanno scoperte altre nuove. I moderni fisico chimici distinguono il calore *latente*, il *sensibile*, e l' *assoluto* o *specifico*, e su ciascuno d' essi hanno fatte parec-

---

(*a*) *Detecta penetr. vitri a pond. part. flammae* al.
(*b*) *Acad. des Sc.* an. 1699.
(*c*) Luogo citato.
(*d*) *Essai de phys.* tom. I.
(*e*) *Acad. des Sc* an. 1719. e *Dies. sur la glace*.
(*f*) Lez. XIII *Acad. des Sc.* an. 1748.
(*g*) *Introd. à l' Hist. des Minér*.

chie sottili osservazioni. Il Crawford (a), lo Scheele (b), il Lavosier (c), l'Achard (d), ed altri nobili fisici de' nostri dì hanno con nuove osservazioni e sperienze illustrata, e seguitano ad illustrare in varie guise la teorìa del calore. Noi diremo soltanto, che al calore, ed alla dilatazione de' corpi da esso prodotta dobbiamo l'invenzione del termometro, come abbiamo detto di sopra, e che il termometro è stato il mezzo quasi unico, con cui s'è potuto conoscere, e determinare con esattezza il calore, e venire in cognizione di molte operazioni della natura. Un' altra ingegnosa e lodevole invenzione seppe ricavare dal medesimo principio l'Amontons. V'erano de' molini d' aria, e de' molini d' acqua, ma non ve n'eran di fuoco. L' Amontons riflettendo alla forza e prontezza, con cui il fuoco opera sopra l' aria; pensò, che col fuoco potea riscaldarsi, e dilatarsi con tal forza l' aria vicina, che bastasse a far girare una ruota colle cassette piene d' acqua, ed equivalesse alla forza almeno di 39 cavalli (e). D' un' altra macchina da levare l' acqua colla forza del fuoco, immaginata molto prima dal marchese di Worcester, esposta nelle sue *Centurie d' invenzioni* pubblicate nel 1663

Macchina di fuoco.

(a) *Sper. ed Osserv. sul calore anim. ec.*
(b) *Sper. ed Osserv. sopra l' aria ed il fuoco.*
(c) *Acad. de Sc.* 1777.
(d) *Acad. de Berlin.* 1784. 1785. al.
(e) *Acad. des Sc.* an. 1699.

parla lungamente il Desaguiliers, e vuole derivare da questa la famosa macchina, che il Savary seppe poi eseguire felicemente, ed applicarla ad asciugare, e diseccare le miniere (a). Recentemente il Perrier, profittando ugualmente della forza del fuoco nella dilatazione dell' aria, lavora gloriosamente con una tromba da fuoco d' ingegnosa e utilissima sua invenzione, e provvede d' acqua per questo mezzo tutto Parigi colla maggiore facilità. Gl' inglesi Boulton, e Watt, e il fratello del celebre fisico Priestley l' artista Wilkinson fanno uso parimente di questa tromba con incredibile vantaggio per tutte le loro manifatture. E l' azione del calore e del fuoco con tante scoperte, e con tanti stromenti da essa prodotti si rende sempre più interessante alle scienze, alle arti, a tutta la società. Molti mezzi di comunicare il calore, ed anche d' accendere il fuoco sono stati conosciuti dagli antichi e da' moderni, e quasi tutti i fisici, ed i chimici n' hanno più o meno lungamente parlato. Noi lasciando da parte que' degli attritti, dell' effervescenze, e delle fermentazioni, su quali par vi sarebbe molto che dire, ne accenneremo uno soltanto, ch' è stato, più recentemente scoperto, e che ha recato molto vantaggio alla chimica, e quindi alla fisica, e all' altre scienze. Quest' è de' vetri convessi, i quali hanno prodotti sorpren-

Specchi ustorj.

(a) *Cours. de Phys. exper.* tom. II., pag. 544. e seg.

dentissimi effetti, ed hanno prestato comodo ai fisici di contemplare molti corpi naturali in varj aspetti, in cui non li presenta la semplice natura, ed a cui l'arte non li sapeva ridurre. Gli specchj ustorj erano conosciuti, ed anche adoprati a varj usi fin dall'antichità; ma la chimica poco potea servirsi di essi, nè poteva usarli che per pochissimi effetti. Com' erano specchj concavi, che bruciavano per riflessione, bisognava, che i raggi riflessi s'unissero dal basso in alto, e che in alto fosse il loro foco, e si tenessero rovesciate ed in aria le materie, che loro si volevano esporre: e come queste al risentire l'ardore del fuoco cominciano a fondersi, e cadendo al basso si discostano dal fuoco, ed escono dal centro dell' attività del calore, così si fondevano bensì con simili specchj i metalli, ed altri corpi durissimi, ma poch' altre sperienze se ne potevano fare. Vetri convessi, che bruciassero per rifrazione, avrebbero presentata alle materie da riscaldarsi una più comoda situazione, e si sarebbono prestati a molte e seguite sperienze. Ma i vetri convessi allor conosciuti non erano che di quattro o cinque pollici al più, ed a' scientifici usi della fisica faceva d'uopo di vetri di due e più piedi di diametro; e per usare tali vetri, oltre la difficoltà di tagliarne di sì grandi, v'era anche quella di fondere una massa di vetro sì smisurata senza che si rompesse o all' uscire dal forno, o al raffreddarsi. Superò queste difficoltà lo Tschirnaus, e lavorò specchj ustorj di vetri convessi di tale gran-

dezza, che avevano due e tre piedi di diametro. Le maraviglie di questi vetri, e gl' incredibili effetti caustici di questi nuovi fornelli fecero grande strepito in tutta l'Europa letteraria, e l' accademia delle scienze di Parigi ne diede replicate descrizioni nella sua storia (*a*). V' erano fra' fisici molti increduli, che non volevano prestar fede a' raccontati prodigj; ma acquistato dal duca d' Orleans uno di tali vetri, ne fece la pruova il dotto chimico Homberg, e i portentosi effetti riconosciuti da sì grand' uomo riportarono l' universale credenza. Questi diede parte delle sue osservazioni all' accademia delle scienze (*b*); ed essendosi opposto ad una d' esse l' Hartzoeker, gli fece opportuna risposta, e la sostenne vittoriosamente l' Homberg (c); e le replicate sperienze di varj altri fisici fecero vedere sempre più ciò che giustamente aveva conchiuso quel dotto chimico, che col mezzo cioè di tali vetri non solo sarebbonsi fatti grandi progressi per ischiarire i principj della chimica, ma che poteva essere quella una porta aperta ad una nuova fisica, come l' erano stati i microscopj, e la macchina pneumatica (*d*). L' Hartzoeker fece un altro specchio di vetro convesso ancor di maggior diametro; altro di forma, e di costruzione di-

(*a*) An. 1699. 1700.
(*b*) *Acad. des Sc.* an. 1702.
(*c*) An. 1707.
(*d*) Ivi an. 1702.

versa n'ha inventato posteriormente il Trudaine; e i vetri convessi hanno utilmente occupati parecchi fisici, e sono stati vantaggiosi stromenti d'importanti scoperte nelle arti e nelle scienze. Lo specchio concavo del Villette, e i varj effetti di questo, e d'altri specchi concavi, diversi in parte da que' de' convessi, come pure gli specchj piani del Buffon, uniti e disposti in guisa da formare un fuoco lontano con calore assai vivo, ed avverare la possibilità degli effetti degli specchi ustorj d'Archimede, potrebbono darci soggetto di lungo ragionamento: ma come seguire ogni cosa in una materia sì ampia, e sì ricca, quale è il fuoco, di cui dice il Muschembroek (*a*), che non se ne direbbe mai abbastanza, nè si potrebbe mai esaurire? Noi non possiamo nondimeno passare affatto in silenzio le fatiche de' fisici intorno al flogisto, che ha tant' analogìa col fuoco, e che è stato sempre creduto un vero fuoco, e chiamato da' chimici or fuoco *elementare*, ora *latente*, or *fisso*, or *combinato*, ura con altri diversi nomi. I moderni chimici hanno incominciato a distinguere il flogisto dal fuoco; e lo Scheele (*b*), il Grawford (*c*), lo Scopoli (*d*), e molt' altri prendono asseverantemente il flogi-

Flogisto

(*a*) Luogo citato.
(*b*) *Diss. sul fuoco a su l'aria.*
(*c*) *Teor. del fuoco elem.*
(*d*) *Annot. al Diz. di Chim. del Macquer V. Flogisto.*

sto come una sostanza singolare, e come un principio differente dal fuoco, e talor anche contrario. Il Fontana ha raccolti diversi capi di distinzione tra la luce, la fiamma, il calore, e il flogisto (*a*); e il Senebier parimente in varie guise paragona, e distingue il flogisto, il fuoco, la fiamma, l'elettricità, e la luce (*b*). Su la natura del flogisto sono molto differenti le opinioni de' fisici, volendolo alcuni un composto di fuoco e di terra, altri una terra infiammabile, altri la luce stessa fissata in un gran numero di composti, ed altri mill'altre cose diverse (*c*). Molte sono altresì le proprietà del flogisto, che i fisici in diverse guise hanno cercato di sviluppare. Il Bergeman ha fatte varie sperienze per determinare quanta sia la quantità del flogisto, che in ciascun metallo rinchiudesi (*d*). Lo Stahl (*e*), e molti altri vogliono assegnare per la maggiore affinità del flogisto quella, che ha col sale. Il Beaumè (*f*) la ricerca nella terra selciosa; altri in altre materie. Il flogisto s' estrae dall' aria, e s' introduce nella medesima, e in due diverse maniere agisce su l'aria pura, come ci dicono i fisici aerologici. Dal flogisto si fanno dipendere i colori,

(*a*) *Mem. della Soc. Ital.* tom. I.
(*b*) *Mem. phys. chym.* ec. tom. III.
(*c*) V. Scopoli luogo cit.
(*d*) *Diss de quant. flogisti in met.*
(*e*) *Exp. et Obs. chym.*
(*f*) *Man. de Chym.*

e le infinite loro varietà, come dottamente spiega l'Opoix (a). Al flogisto attribuiscono i chimici e i fisici moltissime altre proprietà; e d'ogni cosa vorrebbono chiamare cagione, e principio il decantato flogisto. Ma a noi non toccà svolgere questi punti, e n'abbiamo forse troppo lungamente parlato; mentre tant'altre materie rimangono da trattare, ed or ci chiama a sè l'acqua, che non si presenta men abbondante materia che l'aria e il fuoco.

Gli antichi hanno parlato dell'acqua più che dell'aria e del fuoco, ma nè anche su questa han saputo addurre che opinioni, congetture, ed immaginazioni, Talete, il primo fisico della Grecia, volle formare ogni cosa dall'acqua, è ritrovò questa da per tutto nella composizione, e nella risoluzione di tutti i corpi (b). La fluidità e la freddezza sono dagli antichi fisici considerate come proprietà essenziali dell'acqua. Plutarco (c) riporta la gran questione, che agitavasi fra gli antichi, qual elemento dovesse chiamarsi il *primo frigido*, e qual fosse il principio d'ogni freddo. Empedocle, e Stratone davano all'acqua questa proprietà; e sebbene gli stoici erano d'opinione diversa, e più per l'aria che per l'acqua pendevano, Plutarco si dichiara anch'egli cogli altri più antichi per

Acqua.

(a) *Osserv. fisico-chim. su i colori* V. *Opusc. scelti di Milano* tom. xxv.
(b) Laert. *in Thalete*; Plut. *De plac. phil*. I.
(c) *De primò frigido*.

l'acqua, e questo sentimento avvalora co' testimonj d'Omero, e d'Esiodo, e chiama a suo favore tutta l'antichità. Un'altra questione intorno all'acqua vediamo nello stesso Plutarco trattata con calore dagli antichi, cioè se il fuoco, ovver l'acqua sia di più comodo ed utile alla società; e questa discussione in apparenza solo economica li faceva esaminare con qualche maggiore attenzione i fisici attributi proprj della acqua (*a*). L'origine del mare, e la salsedine, e le maree delle sue acque hanno fino dal tempo d'Anassimandro, e d'Anassagora occupate le meditazioni de' fisici (*b*). Noi vediamo in Aristotele, che i fisici a lui anteriori avevano fatte le loro disquisizioni intorno all'origine delle fontane, e n'avevano assegnata la cagione più ovvia, e più semplice, e la più vera, facendole nascere dalle acque cadute nella terra colle pioggie, nevi, grandini, e rugiade (*c*). Le inondazioni del Nilo, e le particolari proprietà d'alcune fontane, e d'altri fiumi sono state esaminate, e riferite a differenti cagioni da molti antichi filosofi (*d*). Si vede in somma, che l'acqua, e i diversi suoi fenomeni eccitarono la curiosità degli antichi fisici, e chiamarono a sè la loro attenzione.

(*a*) *Aquane an ignis sit utilior?*
(*b*) Plutarc. *De Plac.* lib. III, cap. XVI, XVII.
(*c*) *Meteor.* loc. cit. XIII.
(*d*) Lucrez. lib. VI, Plut. *De plac. phil.* lib. IV, c. I, al.

Ma non pertanto come le loro decisioni erano congetture del proprio ingegno, non risultati delle sperienze ed osservazioni, così non ci hanno date che mere opinioni, nè hanno lasciata in questa più che nelle altre parti della Fisica alcuna vera scoperta, nè fattovi verun lodevole avanzamento.

Flasticità dell' acqua.

Al principio del passato secolo s'incominciò a contemplare l'acqua con occhi filosofici, e ad esaminarsi cogli opportuni mezzi di diligenti sperienze. La prima proprietà dell' acqua, che in tale guisa sia stata riguardata, è appunto la sua elasticità, alla quale pare, che abbiano posto mente gli antichi, quando cercavano la cagione del saltellare che fa su l'acqua un sassolino gettatovi obbliquamente. Il Verulamio conobbe, che l' acqua non era dotata di grand' elasticità, nè poteva a quel segno comprimersi, a cui giunge la compressione dell' aria; ma credeva non pertanto, che fosse capace di sensibile compressione, e volle farne la pruova; e riempiuto d' acqua un globo di piombo, l' appianò a colpi di martello da due lati, e poi anche lo strinse col torchio, finchè si vide trapelar l' acqua; e calcolando quanto fosse minore lo spazio compreso nella figura formata con tale compressione, di quello ch' era nella sferica, conchiuse, che altrettanta dovesse essere la compressione, di cui era capace l' acqua (a). Più evidente comparve tale elasticità nella spe-

(a) *Nov. org.* lib. II, §. XIV.

rienza del Boile, il quale battuto parimente col martello un simile globo, e foratolo poi con un ago, vide zampillar l'acqua fino all' altezza di due o tre piedi (*a*). Queste sperienze del Verulamio, e del Boile parevano convincenti pruove dell' elasticità dell' acqua; ma venivano distrutte da altre contrarie, ch'erano fatte con più esattezza, e dovevano essere di maggior peso. Gli accademici fiorentini replicarono con maggiore diligenza, e con più sagaci cautele la sperienza del Verulamio, e con altre sperienze più dilicate pel mezzo della pressione dell' aria e del mercurio cercarono di vedere se potesse l'acqua comprimersi; ma per quanto efficaci fossero i mezzi adoperati a tal fine, non mai poterono ottenere dall' acqua il più leggiero indizio di compressione: sebbene non per questo ardirono di negare la possibilità di comprimerla con altri sperimenti (*b*) Ciò negava, non so con quanta ragione, il Maggiotti; e però gli si avventa contra onorato Fabri, pretendendo di dimostrare l' elasticità dell' acqua col saltare che fa d' un vaso, nel quale, essendo già pieno, siasi artifiziosamente con forza introdotta nuov' acqua (*c*). Così rimaneva incerta e dubbiosa quell' elasticità, finchè il Muschembroek replicando le sperienze, e trovandole conformi

---

(*a*) *Exper. phys. mech. nov.*

(*b*) *Saggio ec. Esper. intorno alla compr. dell' acqua.*

(*c*) *Phys tr. v. lib.* II. *De el.* prop. 217.

a' risultati delle fiorentine, osservando la difficoltà di empiere totalmente d'acqua il globo, come credeva d'aver fatto il Verulamio, rimanendovi sempre molte particelle d'aria rinchiuse, e attribuendo all' elasticità dello stagno, o della materia del vaso gli effetti osservati dal Boile e dal Fabri, levò affatto all' acqua ogni sensibile elasticità; e se pur qualche poco talora se n' osserva, volle, che non l'acqua, ma attribuire si dovesse alle particelle dell'aria, che sempre vi restano; e la sua dottrina ha ottenuto da' posteri un assai universale acconsentimento (*a*). Questa, per così dire, inelasticità dell' acqua pruova la durezza delle sue particole, che viene riputata sì grande dallo stesso Muschembroek, che nulla cede alla durezza del diamante (*b*). Il Buffon riflette opportunamente alla differenza, che passa fra l'acqua e l'aria nel punto dell'elasticità. L'acqua, che presa in massa non può comprimersi, ed è inelastica, ridotta che sia in picciole parti, o vapori, acquista somma elasticità, dove che l'aria sommamente elastica in massa non l'è più quando sminuzzata in picciole particelle si rinchiude ne' corpi (*c*). Nè solo dell' elasticità, ma altresì della fluidità è stata l' acqua in qualche modo spogliata da' moderni fisici. La fluidità s' è sempre creduta una proprieta dell' acqua; pure il Mariot-

Fluidità.

(*a*) *Tentam. exper.* ec. luogo *Additam*.
(*b*) Ivi.
(*c*) *Intr. à l' Hist. des Min.* part. II.

te (*a*), il Nollet (*b*), ed altri moderni vogliono, che lo stato naturale dell' acqua sia la consistenza e la solidità, e che, come tutti gli altri corpi fusibili, diventi soltanto fluida col mezzo del calore: sebbene questo non toglie, che non possa riguardarsi assai giustamente la fluidità come una sua proprietà, e che non venga infatti dagli stessi moderni chiamata fluida. Anzi questi hanno più intimamente esaminata la fluidità dell' acqua, che gli antichi si contentavano di riconoscere senza pensare a farvi ulteriori ricerche. I moderni osservando, che l' acqua al menomo caldo diviene fluida, hanno determinato, che il grado di calore necessario alla vegetazione delle piante basti a mantenere nell' acqua la fluidità (*c*): e il Boerahave vuole, che l' acqua al discendere il calore a' 32 gradi del termometro di Farenheit non più si conservi fluida, ma diventi consistente, e si formi in ghiaccio (*d*). Riguardo alla stessa fluidità osservò il Newton (*e*), che il pendolo con uguale velocità oscillava nell' acqua per quanto calda o fredda essa fosse, e da questa sperienza conchiude il Boerahave (*f*), che l' acqua conserva sempre la medesima fluidità, nè si accre-

---

(*a*) *Des mouv. des eaux* ec. I. part., I disc.
(*b*) Lez. XII.
(*c*) V. Macquer *Dict. de Chym.*
(*d*) *Elem. Chim.*
(*e*) *Opt.* quest. XXVIII
(*f*) Luogo citato.

sce questa quantunque aumenti il calore dallo scioglimento del ghiaccio fino all' ebollizione. Ma il Nollet (a) giudiziosamente s' oppone al Newton, ed al Boerahave, e supponendo con tutti i fisici, che l' acqua calda diviene assai più fluida che quando è fredda, giustamente pretende, che dalla stessa sperienza del Newton deggia didursi l' opposto di ciò, che crede il Boerahave, e provarsi nell' acqua calda maggiore fluidità. Imperciocchè la materia qualunque si fosse del pendolo doveva dilatarsi col caldo, ed occupare spazio maggiore; onde se uguali erano le oscillazioni del pendolo nell' acqua calda e nella fredda, segno è, che maggiore era nella calda la fluidità, dove un maggiore volume oscillava con uguale facilità. L' acqua, che pare un corpo sì debole, e molle, s' è trovato avere delle forze, che non erano da immaginarsi. Un cuneo introdotto in un macigno, e rafforzato coll' acqua, una corda bagnata, ed altri corpi ajutati colla forza dell' acqua fanno effetti, che da questa unicamente dipendono, e sono sì smisurati, e superiori ad ogni intelligenza, che non hanno ancora saputo i fisici trovarne la ragione, tuttochè sia stata ricercata dal la Hire, e da altri matematici, e fisici. Il Boerahave con ripetute sperienze ha ridotti in classi i corpi, che sempre, e con qualunque grado di calore, che si dia all' acqua, vengono da questa disciolti, e fa in essa vedere la forza solu-

Forze dell' acqua.

(a) Lez. XII.

tiva de' sali, de' corpi salini, de' terrei, de' sulfurei, qualor sono uniti agli alcali. Varie altre forze hanno trovato i fisici nell' acqua nello stato suo naturale; ma diventa infinitamente maggiore la sua efficacia, se viene ridotta in vapori. Gli antichi conobbero già quest' attività de' vapori, e l' invenzione dell' eolipila, e gli effetti, che ottennero colla medesima, provano quanta cognizione avessero della forza dell' acqua in quello stato ridotta. Il Papin verso la fine del passato secolo inventò una macchina chiamata *il digestore*, dove senz' altra forza che quella di detti vapori rinserrati in una marmitta giungeva a disciogliere, ed ad ammollire i legni, l' avorio, e i più duri corpi, e ridurre in molle pasta, e in una spezie di gelatina gli ossi, e ad operare portentosi ed utili effetti (*a*); effetti, che il Nollet giustamente lamentasi, che sieno rimasti abbandonati, e negletti, mentre potevano essere tanto giovevoli alle scienze, ed alla società (*b*). Colla forza di tali vapori si sono fatte muovere grandi macchine, come sopra abbiam detto, agire bombe, e formare fontane; ed è sì grande e potente questa forza, che viene riputata superiore a quella della polvere da cannone. Il Muschembroek n'ha voluto fare la pruova, e fissarne un accertato paragone, e dopo replicate sperienze ha ritrovato, che con tredici grani d' acqua ridotta in vapori

Forza de' vapori.

(*a*) *La maniere d' amollir les Os.* ec.
(*b*) Lez. XII.

faceva saltare in alto un peso undici volte maggiore di quello, che aveva levato alla medesima altezza con altrettanti grani di polvere da fuoco (*a*); e questa forza de'vapori, come osserva il medesimo Muschembroek (*b*), è più o meno gagliarda, secondo che l'acqua è più o meno calda, ed agirà con una violenza quattro e più volte maggiore, se si darà all'acqua un calore maggiore di quello, che si richiede a farla bollire. Il peso dell'acqua non è stato mai messo in dubbio, ed Anzi Aristotele, e gli altri fisici l'hanno apertamente asserito; ma il determinarlo, il fissarlo, il paragonarlo con quello d'altri corpi, lo stabilirlo in giusta misura non è stato tentato che da' moderni. Il Boile credeva, che tutte le acque fossero a un dipresso del medesimo peso. Ma questa sua opinione è stata contraddetta da tutti i fisici, i quali non solo hanno trovate di peso diverso alcune acque di siti lontani, ma spesso anche in un medesimo luogo si sentono acque assai differenti nella gravità. Lo stesso Boile fa menzione d'un fiume, la cui acqua pesa un quarto di meno che la comune dell'Inghilterra (*c*). Per determinare dunque quale sia la gravità specifica dell'acqua si prende comunemente l'acqua piovana, o quella che fondesi dalle nevi, od altra che sia d'uguale peso, e questa fu trovata nella rea-

Peso dell'acqua.

(*a*) *Ess. de Phys.* tom. I. *De l' eau*.
(*b*) Ivi.
(*c*) *De usu phil. exper.* par. II.

le Società di Londra paragonata coll'oro come 4909 a 250, o 19 $\frac{150}{250}$ ad 1. che viene ad essere quasi 20. ad 1. Il Muschembroek (*a*), il Nollet (*b*), ed alcuni altri hanno date tavole delle diverse gravità specifiche de' corpi, sì fluidi, che solidi; ma recentemente il Brisson più pienamente ha illustrata questa materia in un' opera tutta impiegata in esaminare generalmente la gravità specifica de' corpi, ch' è il risultato di cinque a sei mila sperienze fatte per più di 20 anni su più di mille sostanze (*c*) Così tutte le proprietà dell' acqua hanno meritato lo studio, e le speculazioni de' moderni fisici; ma tre sembrano avere più particolarmente chiamata la loro attenzione, l' evaporazione cioè, l' ebollizione, e l' agghiacciamento.

Evaporazione. Il fuoco, o il calore introdotto nell'acqua produce l'evaporazione e l'ebollimento: la mancanza del medesimo fuoco basta a formare la congelazione. Quando il calore dell' acqua è maggiore di quello dell' aria, che la contorna, il fuoco, che si sprigiona dall' acqua, trae seco le particelle della superficie, che trova esposte al suo urto, e queste particelle distaccate dalla massa dell' acqua, ed assorbite nell' aria sono que' che chiamiamo *vapori*. Quindi l' evaporazione dell' acqua ha relazione col calore della medesima. Il Verulamio fece già qualche spe-

---

(*a*) *Ess. de phys.* Tom. I.
(*b*) Lez. VIII.
(*c*) *Pésanteur spécifique des corps* ec.

culazione su questa evaporazione: osservò che l'acqua de' fiumi evapora meno, che quella de' laghi; e meno altresì l'acqua che abbia bollito di quella che non sia mai venuta in quel grado di caldo. Varie sperienze ed osservazioni hanno fatto scorgere a' fisici, che l'acqua esala maggiormente quanto più è pura e sincera, e al contrario è più lenta e difficile ad evaporare quanto più mischiata viene di sali e bitumi. L'Allejo volle provare quanta fosse l'evaporazione dell' acqua, che sia salata quanto la marina, e trovò, che in un vaso cilindrico di 7 pollici $\frac{8}{10}$ di diametro, e di 4 pollici di profondità l'acqua salata in un calore, quale suol essere nell' estate, esalò in un giorno 6 oncie, che può riputarsi $\frac{1}{5}$ di pollice dell' altezza del vaso (*a*). L'Aller presidente alle saline degli Svizzeri fece per molt' anni lunghe osservazioni su la formazione de' sali, e su l' evaporazione delle acque, e ne diede parte all' accademia delle Scienze di Parigi (*b*). Egli mostrò essere maggiore l'evaporazione ottenuta col calore del fuoco, che con quello del sole; maggiore nell'acqua naturale che nella salata, e tanto minore in questa, quanto è più salata, minore quella del mare di quella de' laghi in parità di ragioni, ed insegnò varie altre utili e pratiche verità, formò tavole delle diverse evaporazioni in tempi, e in circostanze diver-

(*a*) *Trans. phil.* n. 189.
(*b*) An. 1758, 64

se, e molt' importanti lumi sparse su questo punto di fisica, che possono interessare eziandìo la pubblica economia (*a*) Come l' esalazione si forma delle particelle dell' acqua esposta a' raggi del sole, o all' esterna impressione del caldo, sembra, che i vapori debbano soltanto essere proporzionati alla superficie. Ma il Musehembroek ne fece attentamente la sperienza, ed ebbe risultati affatto contrarj. Perciò che di due vasi d' uguale lunghezza e larghezza, ma di diversa profondità, doppia l'una dell'altra, osservò, che il più profondo in tutti i giorni costantemente per varj mesi svaporava più dell' altro, e benchè non potè fissarne precisamente la differenza, gli parve nondimeno, che potessero essere i cubi delle quantità svaporate come l'altezza dell'acqua. Ma questo gli accade nell' aria aperta, mentre nel suo museo non potè mai osservarvi notabile differenza (*b*) La maggiore evaporazione nell'aria aperta che nella chiusa è stata provata con altre sperienze. L' Allejo dice, che l' acqua in un luogo chiuso, dove non tocca sole, nè vento, in tutto il corso d'un anno non esala che all' altezza di otto pollici (*c*). Il Boerahave all'incontro nell' aria aperta osservò, che un vaso cilindrico in breve tempo svaporò tutta l' acqua, e riferisce l' osservazione del Kruquio, che raccogliendo

---

(*a*) *Acad. des Sc.* an. 1764.
(*b*) *Tentam. exper.* ec. part. II, pag. 62.
(*c*) *Trans. phil.* l. c.

in un anno tutta l'acqua di pioggia, di neve, di grandine, e di rugiada, trovò, che si levava all'altezza in circa di 30 pollici, e che altrettanta quantità d'acqua esalava da' vasi nell' aria aperta, benchè in luogo ombroso e quieto (a). La diversità dell' evaporazione in arie diverse provava l' influenza dell' aria in quell' operazione della natura, e credevasi comunemente, che l'evaporazione non mai seguisse nel vuoto, ma sempre all' aria, e ne' vasi aperti. Ma l'Eller (b) provò con varie sperienze, che si vede anche nel vuoto seguire lo stesso effetto. Recentemente il de Luc ha fatte nuove e sottili osservazioni sopra i vapori, e nuovi lumi n' ha saputo ritrarre per la meteorologia, e per altri punti di fisica (c). Noi abbiamo qualche poco accennato della forza ed attività de' vapori, e potremmo dirne assai più, e riportare varie altre osservazioni de' fisici intorno all' evaporazione, se non cel vietasse la copia delle materie, che rimangono da trattare.

Ebollizione.

L'ebollimento dell' acqua ha molta relazione coll' evaporazione, ed ha dato parimente campo a molte curiose investigazioni. L' acqua, come tutti gli altri corpi, si rarefà, e dilatasi col calore, e, come osserva l'Allejo, dal freddo della congelazione fino al caldo dell'ebollimen-

(a) *Elem. Chem., De aqua.*
(b) *Acad. de Berlin* 1746.
(c) *Idées sur la météor.*

to si spande $\frac{1}{26}$ del suo volume (*a*), e quando arriva a questo stato vedesi una continua agitazione delle parti, che s' innalzano, e ricadono sopra sè stesse, e così allora si forma l' ebollizione. Questo fenomeno dell' acqua e degli altri fluidi è tanto ovvio e comune, che per la stessa sua trivialità, e per la nostra abitudine di vederlo ogni momento, non aveva eccitata la curiosità de' filosofi. Sembrava al primo sguardo, che l' aria rinchiusa entro le parti dell' acqua dilatandosi col calore facesse innalzare l'acqua prendendo forma di bolle, e poi allo sprigionarsi dalla medesima, questa ricadesse in sè stessa; e i fisici senza entrare in ulteriori disquisizioni crederono, che potesse perciò dall' aria ripetersi la cagione dell' ebollizione, nè vi fu alcuno, che pensasse a farne più attento esame. Venne finalmente il sagace Nollet, e incominciò a dubitare, che potesse l' aria produrre un simile effetto. Calcolò coll' Ales, e colle sue proprie sperienze la quantità d'aria, che ascondesi negl' interstizj dell'acqua, e coll' Amontons l' accrescimento di volume, che l'aria riceve col calore dell' ebollimento; osservò i movimenti dell' acqua, o d' un liquore, che bolle senza cessare fino alla perfetta evaporazione; conchiuse quindi non potere provenire dall' aria l' ebollimento; e con varie sperienze del termometro, e dell' eolipila dimostrò questa verità. Questa scoperta lo stimolò vivamente a fare nuove ricerche, nè po-

Nollet.

(*a*) *Trans. phil.* n. 197.

tè rimanersi di contemplare più attentamente con varie sperienze tutte le circostanze di questo fenomeno, e d' investigarne con maggiore diligenza la vera cagione; e dopo lungo tempo d' osservazioni e d' esami, nel 1748. fece parte all' accademia di Parigi, e al pubblico letterario de' nuovi suoi ritrovati. Messa l'acqua a differenti gradi di caldo osservò la figura, la quantità, i movimenti, e tutti i fenomeni delle bolle, che si levavano nella medesima; ed erano da vedere poche, e picciole bolle andarsi formando in altre più grandi, e più copiose, crescere poi in grandezza, e scemare in numero, salire alla superficie, e crepavi, comparire poi minuti fili, o come raggi del fluido, slanciarsi picciole lingue trasparenti di due linee in circa d' altezza dalla base alla punta; e mille altri curiosi accidenti succedere, che possono rendere un vago spettacolo di quell' operazione della natura, sì semplice in apparenza. Esaminò questa non sol nell' acqua, ma in altre differenti materie; ed oltre molte particolari circostanze, che in esse comparvero, trovò, che le materie viscose s'innalzano più nel bollire, che le grasse sono più tarde, e più difficili all' ebollimento; e generalmente che le materie, che hanno più disposizione a svaporare, sono anche più facili, ed abbisognano di caldo minore per bollire. Venendo poi all' oggetto delle ricerche, che è la cagione dell' ebollimento, egli la ripone con fondata probabilità non nell' aria, che sprigionasi dall' acqua, o dal liquore, ma ne' vapori

eccitati dal fuoco, che ad essi s' accoppia per formare un fluido incomparabilmente più dilatabile che la stessa acqua; questi vapori, o questo fluido più leggiero si solleva, ed esce alla superficie, e poi si scioglie nell' aria, e così formasi l'ebollizione (a). Infinite sono le novità, che queste ricerche fecero scoprire al Nollet non solo nella teoria dell' ebollimento, ma in varj altri punti, che possono interessare la curiosità de' filosofi. Noi lasciandole tutte da parte finiremo col presentare una sua congettura, che ha dato campo a nuove scoperte. Credevano i fisici, che il calore dell' acqua bollente fosse un calore costante, che non potesse alterarsi; perchè infatti quando l'acqua riceve un calore da farla bollire, non è più capace d'altro maggiore. Ma il Farenheit osservò per caso, che l'acqua abbisogna di caldo maggiore per venire in bollore quando è più pesante la colonna atmosferica, che le sovrasta. Il Thury, ed il Monnier ne vollero far la sperienza, e ritrovarono infatti, che assai più presto, e con minor fuoco seguiva l'ebollimento dell'acqua negli alti monti, dov' è minore la pressione dell' atmosfera, che ne' siti bassi, dov'è maggiore; ed erasi già anteriormente osservato, che più facile, e pronta si fa l'ebollizione nel vuoto che all'aria aperta. Quindi passò a conchiudere il Nollet, che non solo la pressione dell' aria, ma qualunque altro ostacolo, che impedi-

(a) *Acad. des Sc.* an. 1748.

sce, o trattiene l'espansione de' vapori, ritarda l'ebollizione, e fa accrescere nell'acqua il calore, e che possono per questo mezzo procurarsi gradi di caldo fissi assai più che non se ne conoscono, ritardando il bollore dell'acqua o col far nascere qualche maggiore compressione su la superficie, o col mescolarvi qualch' altra materia, che la renda meno facile all' evaporazione. Quest'idea è stata poi accolta, e ampliata, e ridotta ad evidenza in quest'anni dall'Achard, benchè egli per nulla rammenti il nome del suo autore Nollet. L'Achard, che particolarissimo studio ha fatto su la dilatazione de' fluidi diversi per diversi, e conosciuti gradi di caldo, e perfino a 44 fluidi ha messi a pruova a quest' oggetto, aveva fatte replicate volte più e più sperienze per provare la stabilità del calore nell' acqua bollente, quando la pressione dell'atmosfera è la medesima; ma s'è poi accorto, che l'aggiunta di altre sostanze, anche di quelle, che non si sciolgon nell'acqua, fa variare il calore più o meno secondo la natura, e secondo la quantità delle aggiunte sostanze; e fatte a questo fine molte sperienze, viene a darne assai giuste determinazioni, e ne presenta distese tavole (a). Anzi ha poi ritrovate parecchie altre circostanze, che fanno variare il grado di caldo, che mette l'acqua in bollore, e conchiude per varj capi non potersi prendere esattamen-

Achard.

(a) *Acad. de Berlin. an.* 1784.

te come un termine fisso il calore dell' acqua bollente (*a*).

Congelazione. Per cagione contraria di quella dell' ebollimento, e dell'evaporazione nasce nell' acqua, ed in altri fluidi l'agghiacciamento. I fenomeni del diaccio sono in realtà portentosi, e meritano la più seria attenzione de' filosofi. Non potevano quelli sfuggire l' osservazione degli antichi; ma questi troppo amanti di speculazioni, e di recondite disquisizioni cercavano più le sottili teorìe che le semplici osservazioni, e disputavano se il freddo dovesse credersi una cosa positiva, ovver solo negativa (*b*); se i cristalli di rocca, e le gemme fossero acqua congelata entro le terre e le pietre (*c*), e su altre recondite verità; non contemplavano con occhi filosofici gli ovvj fenomeni, non esaminavano con attenzione i chiari, e sensibili accidenti di quest' operazione della natura. Il Galileo fu il primo a riflettere, che il ghiaccio si tiene a galla su l' acqua, e che l' acqua ridotta in ghiaccio occupa spazio maggiore che nella sua naturale fluidità, e ch' era pertanto un errore il credere il diaccio acqua condensata, mentr'era all'opposto acqua rarefatta (*d*). *Accademici fiorentini.* Gli accademici fiorentini non solo confermarono queste osservazioni, ma

---

(*a*) Ivi an. 1785.
(*b*) Plutarc. *De primo frig.*
(*c*) Plato *in Tim.*
(*d*) *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua ec.*

passarono eziandìo a determinare quanto crescesse di volume, e quanto altresì scemasse di peso l'acqua agghiacciata; e trovarono con replicate sperienze, che il volume dell'acqua naturale è a quello del diaccio come 8 a 9; e il peso all'opposto si può dire reciprocamente altrettanto, mentre pesando il diaccio 25, un uguale volume d'acqua pesa 28 $\frac{1}{10}$ (a). Non contenti di queste scoperte passarono ad altre sottili investigazioni. Vedevasi rarefare, e dilatar l'acqua nell'agghiacciamento, ma non sapevasi quanta fosse la sua forza per superare gli ostacoli della sua pilatazione. Gli accademici fiorentini con molte e varie sperienze trovarono, che tale forza rompe sfere ed altri vasi non sol di vetro, ma d'argento, d'oro, e d'ogni più duro metallo, e muove ed innalza pesi grandissimi per ottenere la dovuta sua rarefazione; ma riflettendo alla disuguale coerenza del metallo, ed a varie altre estrinseche circostanze, che rendono difficile una giusta e precisa determinazione di tale forza, ebbero l'accortezza di non venire alla decisione. Il Boile provò dipoi con una artifiziale congelazione, che l'acqua innalzava un peso di libbre 74; ma le sperienze de' fiorentini indicavano forze di levare pesi molto maggiori. L' Ugenio, il Buot, ed altri hanno fatto fendere, e romper cannoni di ferro, e i corpi più duri, e più consistenti colla forza del

---

(a) *Saggio ec.* part. I.

diaccio (*a*); e le sperienze de' fiorentini, che hanno dato eccitamento a queste ed a molt'altre curiose osservazioni, ci hanno fatto conoscere questa portentosa, ed a primo aspetto incredibile virtù dell' acqua diacciata. I movimenti dell' acqua, e gli accidenti diversi in quella dei fonti, ed in altre acque, ed in altri liquori, le differenze del ghiaccio naturale e dell'artifiziale, la diversità nelle materie de' vasi, che contengono l' acqua da agghiacciare, e gli andamenti tutti, le operazioni, e gli effetti del ghiaccio nel formarsi, e nel conservarsi, tutto venne osservato da que' dotti accademici con una diligenza e sagacità, che dava sommo peso alle loro osservazioni, che le rendeva, al giudizio del Mairan, le più seguite, e ben particolarizzate, che ancor al suo tempo vi fossero in questa parte (*b*), e che può servire d' esempio anche a' più dilicati e difficili fisici de' nostri dì (*c*). Il Boerahave (*d*), il Muschembroek (*e*), e molt' altri fisici hanno fatto diligente studio sul ghiaccio, e ci hanno date molte nuove osservazioni, e molte curiose notizie su questa materia; ma d' uopo è, che tutti i fisici cedano in questo punto il primato al diligente fisico e sublime matematico Mairan, il quale ha

Mairan.

(*a*) V. Du Hamel *Hist. Acad. reg.* lib I.
(*b*) *Diss. sur la glace* part. II. sez. I.
(*c*) L. c.
(*d*) *Elem. Chem.* tom. I.
(*e*) *Tentam.* ec. l. c. Addit. *Ess. de phys.* c. XXV.

presa questa materia in tutta la sua ampiezza e vastità. Quanto non è fecondo di belle scoperte il più semplice lavoro della natura, quando cade avanti gli occhi d' un dotto osservatore! Il ghiaccio non è pel Mairan un poco d'acqua congelata entro un vaso, e sottoposta agli sguardi curiosi de' fisici speculatori: nella sue mani veste varie relazioni con tutti i corpi della terra, e diviene un fenomeno che abbraccia in qualche modo tutto il sistema dell' universo. Il sole, i fuochi sotterranei, i venti, i sali, e tutti gli esseri naturali sembrano legati col ghiaccio; e il Mairan ci presenta le relazioni, che fra essi e il ghiaccio s' incontrano, e la parte, e l' influenza, che tutti hanno in questa operazione della natura. Egli percorre l' Armenia, la Cina, e tutte le regioni terrestri, entra nelle grotte, s' immerge ne' fiumi e ne' mari, si profonda sotterra, e da per tutto ritrova squisite cognizioni per meglio illustrare la teorìa del ghiaccio. Esamina attentamente la congelazione, e per così dire la sgelazione, contempla tutte le acque, e le peculiari loro circostanze risguardanti questo proposito, segue minutamente tutti gli andamenti della natura ne' principj, ed in tutto il corso della formazione del ghiaccio, ne sottopone al suo scrutinio le più picciole particelle, e fa una rigorosa anatomia di questo corpo, in apparenza si semplice e chiaro, e nondimeno da nessuno prima di lui ben veduto. I fili che vi si formano, le figure che ne risultano, le bolle d' aria che unisconsi, il volume che aumenta; tutto si mostra a' fisici e geome-

trici suoi sguardi, tutto crede alla penetrazione del suo ingegno. Il diaccio, contemplato, e maneggiato maestrevolmente dal Mairan, e un chiaro e fedele specchio, dove tutti i corpi naturali si danno a vedere, e dove tutta quanta la natura studiatamente si rappresenta: e la sua dissertazione sul ghiaccio, benchè non offra nel titolo un' opera molto importante, è un prezioso libro, ricchissimo d' utili verità, e fecondo di curiose scoperte. Dopo avere parlato del Mairan sembra, che sia già detto tutto in materia di ghiaccio, nè possa esservi luogo a rammentar verun altro autore. Ma la celebrità de' nomi dell' Ales, e del Nollet ci obbliga ad accennare la disputa, che occupò la studio d' entrambi su la formazione del ghiaccio peculiare de' fiumi. L'acqua stagnante, l'acqua de'vasi, l' acqua de'laghi, e generalmente l'acqua in ogni situazione incomincia a gelarsi nella superficie anzichè nel fondo, e comunemente alle sponde prima che al mezzo: dell'acqua sola de' fiumi ciò mettevasi in dubbio, od anzi da molti negavasi apertamente. I mugnai, i barcaiuoli, i pescatori, e quanti usano ne' fiumi credono, che il ghiaccio prima si formi nel fondo, e si levi quindi alla superficie; e l' unanime consentimento di tali persone, e il testimonio del dotto Plot determinarono nel 1730. il gran fisico Ales ad esaminare la verità di questo singolar fatto. Per due inverni si trasportò sul Tamigi, ed osservò sotto uno strato di ghiaccio alla superficie di un terzo di pollice alto più grosso d'un mezzo di pollice, ma più spugnoso, e men so-

Ales e Nollet

do, pieno di terra, di sabbia, e d'altre materie, o conchiuse, che nel fondo de' fiumi si formi il ghiaccio, che sale poi in alto, e s' attacca a quello della superficie (*a*). Per quanto rispettabile sia l' autorità del sagace Ales, il Nollet non volle arrendersi al suo giudizio, e credere buonamente un fatto sì contrario alle leggi della vera fisica. Esaminò col termometro il calore dell' acqua vicina al fondo e non la trovò mai fredda al grado di congelazione; mentre il ghiaccio della superficie era di 2. 3. ed anche 6. ed 8. pollici di grossezza; osservò la natura del fondo, e quella della terra, e delle materie appiccate al ghiaccio, e da queste, e da altre osservazioni decise, che non poteva venire il ghiaccio dal fondo alla superficie, e provò con altre sperienze, che questi strati inferiori, o pezzi di ghiaccio attaccati a quello della superficie discendano dalle parti superiori del fiume distaccati dalle sponde, e trasportati dalla corrente. Alle quali giuste conclusioni unì tant' altre nuove osservazioni, che dal fumo d' un errore popolare ricavò il lume di molte belle verità. Anche presentemente dopo tanti celebri fisici vediamo occuparsi il Biagden intorno al ghiaccio, e dare alla reale Società di Londra varie sue nuove osservazioni su le diverse sostanze, che affrettano, o ritardano la congelazione dell' acqua (*b*), e molt'altri fisici studia-

(*a*) *Stat. des veget.* Append.
(*b*) *Trans. phil.* vol. LVYXVIII.

re nuove sperienze, e nuovi mezzi per illustrare questa materia.

Origine delle Fontane.

Se il ghiaccio s' è tanto meritato lo studio de' fisici, non è da maravigliare, che l' origine delle fontane, argomento più curioso, e più anticamente trattato, abbia impiegato la loro attenzione. Aristotele fa menzione dell' opinione d' alcuni fisici antichi, i quali dalle pioggie ripetevano l'origine delle fontane e de' fiumi (*a*). Rifiuta egli quest' opinione, e ne propone una sua, cioè che l' aria impregnata di vapori entro la concavità delle montagne si sciolga in acqua, e da quest' acqua scaturiscano le fontane (*b*). Seneca (*c*) ci dà un ragguaglio delle diverse opinioni de' greci su questo proposito, e noi a lui rimettendo i curiosi lettori rammentiamo soltanto il sentimento di quelli, che supponevano essere sotterra parecchj idrofilacj, da' quali per occulti andirivieni e canali facevano girare l' acqua per isboccare da' fonti, ed unendosi in fiumi ritornare nel mare.

Cartesio.

Questa sentenza acquistò dalle mani del Cartesio maggior apparenza di verità, volendo egli, che si levasse in forza del calore sotterraneo l'acqua in vapori, e questi poi addiacciati s' unissero, e formassero un corpo d' acqua, che non potendo più venire al basso per gli angusti meati per dove erano scesi i vapori, sboccasse per

---

(*a*) *Meteor.* lib. I, c. 13.
(*b*) Ibid.
(*c*) *Quaest. nat.* lib. III.

le fontane (*a*). Non bastò l' autorità del Cartesio per far abbracciare da' più accorti fisici francesi questa celebrata dottrina? Il Mariotte (*b*), il Perrault, il la Hire (*c*), ed altri diligenti osservatori non vollero riconoscere altra origine de' fonti e de' fiumi che le pioggie, le nevi, la grandine, e la rugiada. Ciò avevano già pensato que' greci antichi da Aristotele rifiutati; ma questi accademici francesi la dimostrarono colle sperienze, e co' calcoli. Il Mariotte (*d*) fa varie osservazioni su la natura de' monti, su' siti delle fontane, su laghi, e su l' altre circostanze, che possono dare indizio di tale origine, e trova cospirare tutto a farla derivare dalle acque piovane. E siccome incredibile sembrava a molti, che le pioggie e le nevi potessero prestare acqua bastante per tanti e sì ricchi fiumi; così egli con singolare diligenza esaminata la quantità d' acqua, che sbocca da' fiumi, e quella che viene dalle pioggie, determinò con rigoroso calcolo, che ancor quando un terzo dell' acqua piovana si levasse in vapori immediatamente dopo la pioggia, e che un altro terzo si ritenesse ne' luoghi sotterranei, e nelle parti superficiali per conservarle umide, quali si vedono comunemente, e che

La Hire.

Mariotte.

(*a*) *Princip.* part. IV.
(*b*) *Traité du mouv. des eaux* sec. disc.; *De l' orig. des font.*
(*c*) *Hist. de l' Acad. des Sc.* an. 1703.
(*d*) L. c.

solo il terzo restante scolasse pe' piccioli condotti per formar le fontane, ve ne sarebbe abbastanza per le fontane e pe' fiumi. L'Allejo calcolò l'acqua, che ogni giorno si leva dal mare in vapori, e quella ch' entra nel medesimo mare da' fiumi, e mostrò essere in molto maggiore copia quella di questa (*a*); anzi provò, come dice il Clerc (*b*), che in un giorno di state svaporino dal Mediterraneo 5280 milioni di botti d' acqua, mentre ordinariamente ogni giorno non n' entrano che 1827 milioni; e sebbene la maggior porzione di quell'acqua ricade altra volta nel mare in rugiada ed in pioggia, ne rimane nondimeno pinchè abbastanza per conservare i fonti ed i fiumi. Il Vallisnieri, tuttochè pienamente persuaso della verità di quest'opinione, e convinto dalla giustezza delle ragioni e de' calcoli de' suoi autori, volle nondimeno chiarirsene da sè stesso, consultare i monti, le loro pendici, e le loro falde, cogliere nella lor origine gli stessi fonti, e toccare con mano la verità: gli strati de' monti, la condizione de' terreni, i siti delle fontane, tutto gli faceva vedere cogli occhi, non col pensiero, com' egli dice, che non con fornelli e con lambicchi, non con sotterranei arcani, e con misteriose operazioni, ma colle piogge e colle nevi fa la natura zampillare i

Allejo.

Vallisnieri.

(*a*) *Trans. phil.* an 1692.
(*b*) *Phys.* lib. II, c. VII e VIII.

fonti, e scorrere i fiumi (*a*). Le moltiplici osservazioni meteorologiche, che in questo secolo si sono da per tutto istituite colla maggior diligenza, hanno sempre più confermato, che le acque delle pioggie e delle nevi superano di non poco quelle, che i fiumi trasmettono nel mare, ed hanno reso più sicura, e più universale quest' opinione dell'origine delle fontane. Questa quistione, tanto dibattuta dagli antichi e da' moderni non è che una teorica speculazione, e con tutta la forza delle osservazioni e delle ragioni, con cui hanno cercato i moderni di ridurla all' evidenza della dimostrazione, non ha potuto uscire da' termini di una fondatissima, e ragionevolissima opinione. La questione della salsedine del mare, che ha impegnati gli antichi filosofi in discettazioni speculative, ha eccitati i moderni non solo a teoriche, ma a pratiche ed utili investigazioni. Già fino da' principj della fisica greca s' occuparono i primi filosofi nella contemplazione dell' acqua del mare, e nella ricerca delle cagioni della loro salsedine, e Plutarco ci riporta le opinioni diverse, che su questo punto inventarono Anassimandro, Anassagora, Empedocle, Antifonte, e Metrodoro (*b*). Platone (*c*) ci

Salsedine dell' acqua del mare.

(*a*) *Dell' origine delle fontane, lez. accad.*, ed *annotazioni*.
(*b*) *De plac. phil.* lib. III, c. XVI.
(*c*) In *Tim.*

ha proposta altra opinioue, altra Aristotele (a), altre altri filosofi. I sentimenti di quelli non sono che mere immaginazioni d'oziosi speculativi senza veruna sperienza, nè fondata osservazione; e noi contenti di aver mostrato quanto studiassero su questo punto gli antichi, rimettiamo a' citati autori chi voglia sapere distintamente i loro sentimenti. Nè meglio si sono apposti i moderni nell'assegnare la cagione di quella salsedine; ma sono nondimeno le loro ricerche riuscite più utili per le osservazioni, che ci hanno prodotte. Oltre l'acqua del mare sono molt' altre acque salse ne' laghi, ne' pozzi, ne' fonti; ma la salsedine di queste, che si vede assai chiaramente derivare dalle miniere, e dalle terre saline per dove passano è diversa da quella del mare, che unita alle materie credute da molti bituminose, alle vegetabili, alle animali, ed ad altre materie forma un'acqua, che l' arte non può imitare. L'acqua quanto è più calda, tanto maggior porzione di sale discioglie, e tiene in fusione; e questa sperienza ha fatto pensare a' filosofi, che l'acqua marina dovesse essere più salata ne' siti caldi che ne' freddi; e s'è infatti trovata tale ne' mari vicini all'equatore a preferenza de' polari. Nel flusso del mare, nell'acqua più profonda, e nella più rimota dal lido s' è osservato esser più sensibile la salsedine. Dalle sperienze del Marsigli, dell'Allejo, dell'Ales,

(a) *Meteor.* lib. II, c. III.

e d' altri il sale dell' acqua marina si riduce a $\frac{1}{32}$ del suo peso, o ad un 3 o 4 per 100, sebbene il Wallerio ne trova da 16 a 17 per 100 (*a*), e lo Scopoli dice avere ricavato un' oncia di sale da una libbra d' acqua del mare di Trieste (*b*). Ma ad ogni modo il sale dell' acqua del mare dovrà sembrare assai poco, mentre l' acqua ne può tenere in dissoluzione il quarto a un dipresso del suo peso, ed anche un poco di più (*c*). Queste, ed altre osservazioni per la maggior parte sono provenute dallo studio de' fisici per ricercare la cagione della salsezza del mare; ma tale cagione è rimasta non pertanto, come quasi tutte le prime cagioni, nella sua oscurità. Non è di gran pregiudizio la privazione di tale notizia, e sarebbe assai più utile alla società la cognizione d' un mezzo facile, e non dispendioso di spogliare quell' acqua del suo sale, e delle altre materie, che la rendono impotabile, e disadatta a molti usi della società, sebbene all' opposto sia vantaggiosa ad alcuni altri (*d*). Sembra, che gli antichi abbiano avuta qualche idea di questo dissalamento per le vie di filtrazione, e d' evaporazione. Aristotele (*e*) dice, che immergendo nel mare una palla di cera vuota, vi

Operazioni varie per levare la salsedine dall' acqua del mare.

(*a*) *Systh. min.* II.
(*b*) *Diz. di Chim.* annot.
(*c*) V. Macquer *Dict. de Chym.*
(*d*) V. Plin. lib. XXXI, cap. VI.
(*e*) *Meteorolog.* lib. II, c. III.

s' introdurrà dell' acqua, che sarà dolce e potabile. Plinio riferisce questo mezzo di dissalare l'acqua marina, e quello di spandere molti velli intorno alla nave, i quali inumiditi daranno spremendoli acqua dolce (*a*). Ma nè il vaso di cera, od alcun altro feltro poteva levare all' acqua la salsedine, nè i velli bastavano a raccogliere tanti vapori, che potessero dare una sufficiente quantità d' acqua, e recar qualche giovamento alla navigazione. Il Porta nel secolo decimosesto propose cinque o sei metodi per ottenere il medesimo effetto (*b*), e questi pure tendevano alla filtrazione, ed all' evaporazione: ma di alcuni di essi, quegli appunto, che servivano alla filtrazione, confessava egli stesso, che niente gli avevano prodotto al suo proposito, nè sembra, che abbia mai ridotti alla pratica gli altri, benchè più adattati all' intento, o che n' abbia mai ricavato qualche utilità. Nel passato secolo il Walcot distillando l' acqua marina in un lambicco, ed aggiungendovi alcune droghe, ottenne un'acqua, ch' era realmente potabile, e che gli meritò premio dall' inglese governo. Cominciò nondimeno a conoscersi ben presto, che non era salubre abbastanza quell'acqua; e il Fitz Gerald ne propose una sua, che pretendeva fosse molto superiore nelle utili qualità a quella del Walcot, e che ottenne ugualmente i riguardi del

(*a*) L. c.
(*b*) *Mag. nat.* lib. xx., c. I.

governo. Non fu nè pur essa abbracciata da' marinai, risentendosene in breve tempo lo stomaco di chi ne faceva frequente uso. Maggiore celebrità ha ottenuto in questo secolo l'acqua dissalata del Gautier; ma nè pur essa è riuscita giovevole alla sanità di chi l'adoprava, ed è stata abbandonata come le altre. Queste acque avevano un certo spirito di sale, che le rendeva acri, e corrossive, e producevano per ciò ostruzioni, tumori, ed altri malori. L'Ales, più filosofo che quanti avevano tentata quell' utile impresa, scoprì queste difetto dell' acqua marina distillata, e si studiò d'apporvi rimedio. Fece pertanto precedere alla distillazione la putrefazione, e la chiarificazione; procurò, che non fossero troppo intense le distillazioni, nè più d'una terza parte andasse in vapori, e adoperò molt' altre cautele, che provano il sagace suo giudizio, e la profonda sua cognizione della natura, e che gli diedero un' acqua soltanto migliore di quelle, che avevano ricavate gli altri fisici, ma che non produssero tutto l'effetto, che si cercava, e che dalla sua diligenza soltanto si poteva sperare (a). Volle nondimeno posteriormente l'Appleby migliorare il metodo dell'Ales, e tentò nuove vie senza poter pervenire al bramato fine (b). Molto grido levò ne' passati anni il metodo del Poissonier, e in poco tempo cadde anch' esso

Ales.

Poissonnier ed altri.

(a) *Instruct. pour les marin.*
(b) *Trans. phil.* vol. XLVIII. oc.

in dimenticanza. Molt'altri anche posteriormente si sono sentiti di tanto in tanto proporre nuovi metodi, e promettere più sicuri effetti pel bramato dissalamento; ma quasi tutti comunemente hanno preso di mira il mezzo della distillazione. Il Bartolino, il Boile, e qualch' altro avevano osservato, che sgelandosi i pezzi di ghiaccio, che si trovano ne' mari settentrionali, divenivano un'acqua assai dolce. Il Cook in uno de' suoi viaggi fece empiere botti d'acqua dolce ottenuta dal ghiaccio, che galleggiava sul mare; onde volevano alcuni credere, che la congelazione fosse un mezzo opportuno per ottener l'acqua dolce; ma nondimeno messa in congelazione l'acqua marina si trovava poi salsa, e si credeva da' fisici, che i ghiacci, che davano l'acqua dolce, fossero dell'acqua de' fiumi entrati nel mare, e delle nevi sopravvegnenti, non d'acqua realmente marina e salsa. Recentemente l'Hosley osservò in alcuni pezzi di ghiaccio una divisione notabile di due parti, una delle quali cresceva di salsedine nello sgelarsi, quanto l'altra scemava, e propose alla reale società di Londra la maniera di dividere l'acqua salsa dalla dolce per mezzo della congelazione, e di fare così maggiore copia di sale nelle saline, e di procurarsi acqua dolce nel mare (*a*). Ma questo mezzo non era stato ridotto ad opera, nè egli stesso aveva indicato il metodo di poterlo esegui-

(*a*) *Trans. phil.* vol. LXVI.

re. Il Lorgna più recentemente ha tentato di ottenere realmente acqua dolce dalla marina pel mezzo della congelazione, ed è giunto infatti col processo di tre, o quattro congelazioni artifiziali a dissalare l'acqua marina in guisa da beverla egli stesso per varj giorni (a). Non so di quanto uso potrà essere in mare questo metodo del Lorgna; ma questo unitamente a tant'altri, ch'or abbiamo nominati, e a tanti più, ch'abbiamo passati in silenzio, può provare abbastanza, che intensi e vivi sono stati perfino a' nostri dì gli studj de' fisici per rendere dolce e potabile l'acqua del mare. Sarebbe ora da parlare del flusso e riflusso dell'acqua del mare, e d' altre acque, che tanto ha occupati gli antichi ed i moderni filosofi; ma quel poco, che n' abbiam detto nel trattare dell' astronomìa, ci dispenserà quì di tenerne ulteriore ragionamento, ed or passeremo a discorrere della meteorologìa.

flusso e riflusso

Le meteore hanno sempre eccitata la curiosità de'fisici, e niuna materia vediamo infatti sì copiosamente discussa dagli antichi come la meteorologìa. Aristotele ha scritti lunghi libri su le meteore; Epicuro, e Lucrezio le hanno trattate assai ampiamente; e Seneca in quasi tutte le sue questioni naturali prende le medesime per soggetto delle sue filosofiche speculazioni. Tre cose porta lo studio meteorologico: osservazioni, teorìe, ed applicazioni; e tutte

Studio meteorologico

(a) *Mem. della Soc. ital.* tom. III.

degli antichi. tre si vedono, benchè imperfettamente, tentate dagli antichi. Le osservazioni meteorologiche sono utili all' agricoltura, e questo le ha

Economici. fatte intraprendere dagli antichi prima ancora che si conoscesse la fisica. Esiodo mostra in alcuni passi del suo poema, che s' erano già fatte allora alcune osservazioni meteorologiche per regolare le loro navigazioni, e la cultura delle campagne (*a*): e le osservazioni, che adducono in questa parte Virgilio (*b*), Columella (*c*), e gli altri scrittori geoponici mostrano, che assai diligenti, ed attenti erano stati i greci e i romani nell' osservare le meteore, e nel

Medici. farne applicazioni. Ippocrate esaminando le malattie epidemiche, che avevano afflitta la città di Taso, ne derivò l' origine da' venti, e dalla varia costituzione dell'atmosfera, e diede perciò una breve storia de' venti, che vi dominarono, delle pioggie, e dell'umido, che vi apportarono, e del caldo, e del freddo, formò il primo saggio d' effemeridi meteorologiche, e fece la prima applicazione della meteorològia alla me-

Religiosi. dicina (*d*). La religione stessa, o la superstizione obbligava gli antichi a contemplare i tuoni ed i fulmini, a riguardare le nuvole, a sentire i venti e le pioggie, a fare molte meteorologiche osservazioni. Gli etruschi infatti, ch'erano

---

(*a*) *Opera et dies*.
(*b*) *Georg*. lib. I, v. 204.
(*c*) Lib. x. v. 41, et alibi.
(*d*) *Epidemior*. lib. I.

particolarmente famosi ne' riti religiosi, e nella scienza augurale, ottennero parimente distinto nome nelle cognizioni meteorologiche, singolarmente in quelle, che spettano a' fulmini, come osserva Seneca (a). Da questa scienza due verità ricavarono. Una è, come dice lo stesso Seneca (b), che non già il rompersi delle nuvole facesse nascere i fulmini, ma che all' opposto si squarciassero le nuvole per dare luogo all' uscita de' fulmini; e l' altra, come riporta Plinio, che i fulmini non dal cielo soltanto, ma vengano ancor di sotterra (c); benchè poi oscurassero l' una e l' altra con false ed erronee superstizioni. Oltre queste osservazioni prodotte dalla religiosa, e dall'economica utilità, ve n'erano altresì molte dovute unicamente alla filosofica curiosità. Aristotele ne riferisce parecchie, e queste, vere o false che sieno, provano ad ogni modo l' uso frequente, che v' era fra' greci di simili osservazioni. Molte eziandìo ne riporta Seneca, la maggior parte de' greci, ma altre anche non poche de' romani, ed alcune sue proprie (d). Il Mairan loda le osservazioni, e le descrizioni dell' aurora boreale fatte da Aristotele, e da Seneca, tuttochè amendue vivessero in luoghi troppo meridionali per poter

Fisici.

(a) *Quaest. nat.* lib. II, cap. XXXII.
(b) Ivi.
(c) Lib. II, cap. LII.
(d) *Quaest. nat.*

godere frequentemente di tale spettacolo (a). Vitruvio (b) racconta l'invenzione d'Andronico Cirreste, che fabbricò in Atene una macchina per fare più esattamente le sue osservazioni su' venti. E non sappiamo da Plinio, che de' venti soltanto venti e più greci autori pubblicarono le loro meteorologiche osservazioni (c)? Gli enfatici rimproveri, in cui prorompe lo stesso Plinio (d) contro alla trascuratezza in questa parte de' filosofi del suo tempo, e le lodi, che rende agli antichi sì diligenti, fanno vedere abbastanza l'attenzione, e le cure, che questi ponevano nelle meteorologiche osservazioni, e l'alto pregio, e la giusta stima, in cui tenevansi anche a' tempi di Plinio simili studj dalle persone intendenti. Ed è da osservare, che se ora i nostri fisici recano a lode del moderno studio meteorologico l'essersi giunto a formare de' periodi, entro i quali ritornino le medesime meteore, e s'avvicendino i loro fenomeni, gli antichi non erano privi di questa gloria; poichè lo stesso Plinio ci rammenta un periodo d'Eudosso, che in un intiero quadriennio, non solo i medesimi venti, ma tutte le vicende atmosferiche faceva ricomparire (e). Lo studio grande, che

Prognostici.

(a) *De l'auror. boreale* sez. IV, c. I.
(b) Lib. I, cap. VI.
(c) Lib. II, c. XLVI.
(d) Ivi.
(e) Ivi c. XLVII.

impiegavano gli antichi per potere indovinare, e predire le future meteore, suppone una somma assiduità nel fare attente osservazioni, che tanto a questo lor fine erano necessarie. Un libro intiero scrisse Teofrasto per dar conto de' segni, che possono preuunziare le pioggie (a) Arato (b), Plinio (c), ed altri greci e romani scrissero parimente su questi pronostici, e benchè molte cose asserissero prive affatto d'ogni fondamento di verità, fanno vedere nondimeno, che lo studio meteorologico aveva particolarmente chiamata l'attenzione di tutta l'antichità. Che se tanto impegno presero per fare le osservazioni delle meteore, quanto non sarà stato il loro studio nella parte teorica, e nell' investigazione delle cagioni, ch' era la passione dominante de' greci? Noi più non abbiamo le opere della maggior parte di que' filosofi; ma da quelle che ci rimangono si può abbastanza conoscere, che molte furono le opinioni, e diverse le teorie, che inventarono in questa parte. Studiarono la costituzione dell' atmosfera, la divisione de' suoi strati, gli spazj dell' aria e dell' etare, le diverse regioni d' arie diverse, d' aria carica di vapori, impura, ed eterogenea, e d' aria pura, semplice, e spogliata d' ogni straniera materia, e la patria, per così dire, delle meteore fu riguardata con occhio acuto ed attento da-

(a) Laert. *in Theophr.*
(b) *Phaenom*.
(c) Lib. II. ec.

gli antichi filosofi. Aristotele cita Pitagora, ed Anassagora (a); Tullio gli stoici (b); Clemente alessandrino Empedocle, di cui riporta un' opera intorno all' etere come la parte dell' atmosfera, che involge, e contiene tutto (c); e sì i greci, che i latini ci fanno testimonianza, che fin da' primi incominciamenti della fisica si sono rivolti i filosofi a contemplare l' atmosfera, e formarvi sopra i loro sistemi. Ma venendo poi alle stesse meteore, quante opinioni diverse non riferiscono Seneca, Plutarco, e tant' altri? Aristotele in più libri discute ogni sorta di meteore, e producendo varie osservazioni, vere o false che sieno, propone le sue teorìe, e d' ogni cosa assegna arditamente l' immaginata cagione. Le molte maniere, onde diceva Epicuro potersi formare ciascuna meteora, sono altrettante opinioni, che gli antichi filosofi intorno ad esse portavano. Lucrezio espone la dottrina d'Epicuro con una forza di ragioni, e sodezza di sentimenti, che fanno più onore al suo maestro che i propri suoi scritti (d). Seneca (e), e Plinio (f) riferiscono varj pensieri de' greci su le meteore, che mostrano in alcuni assai giuste notizie fisiche, e un accorto e giu-

(a) *Meteor* lib. I, c. III.
(b) *De nat. Deor.* lib. II.
(c) *Strom.* lib. v.
(d) Lib. II.
(e) *Queast. natur.*
(f) Lib. II.

giuoso filosofare, e Seneca particolarmente aggiugne alle volte alcune sue riflessioni, che potrebbono sembrare degne d' una fisica più illuminata, se non fossero unite ad altre troppo strane ed insussistenti. Ma nondimeno l'antica meteorologìa era ancora molto lontana dal poter vantare qualche accuratezza, e perfezione. con mire economiche, e con popolare facilità, non con sagacità filosofica, e colle fisiche vedute, che alla dovuta esattezza richiedonsi, venivano fatte le osservazioni; e con tali osservazioni, cogli scarsi lumi della fisica di que' tempi, e col prurito de' greci di decidere d' ogni cosa, e d' innalzare sistemi sopra qualunque apparenza, o probabilità non erano da sperare sode e giuste teorìe; bastava trovarvi ragionevoli opinioni, ed ingegnose congetture; bastava poter lodare l' ingegno di quegli stessi, di cui dovevano rigettarsi le vane immaginazioni. Il Muschenbroek considerando l'infinita varietà di corpicciuoli, che ingombrano l' atmosfera, e la difficoltà di conoscere gli effetti, che le moltiplici loro combinazioni possono cagionare, conchiude prudentemente, ch' è fuor di dubbio, che deono le meteore produrre un gran numero di fenomeni, di cui noi non comprenderemo mai bene le cagioni, e su cui i filosofi non faranno mai altro che congetture (a). Qual maraviglia dunque, che i greci non andassero più avanti, ma si fermassero soltanto in sottili ed

(a) *Essai de phys.* XXXVII.

ingegnosi concetti, ed in questi deviassero spesse volte da un diritto e filosofico ragionamento, se i moderni stessi con una fisica tanto più rischiarata, e con tant' altri ajuti, che agli antichi mancavano, non sono stati molto più felici nel cogliere la verità, e saper assegnare le giuste cagioni degli osservati fenomeni, e stabilirle, e assodarle con incontrastabili confermazioni? Ne' tempi posteriori non si studiava la meteorologìa che come una parte dell'astrologìa si osservavano le meteore, ma soltanto come presagj di pubbliche calamità; e la fisica non meno che l'astronomìa si faceva servire a regolare le predizioni degl' ignoranti ed arditi astrologi. Trovansi pertanto di que' tempi alcune osservazioni di fenomeni meteorologici nelle storie civili, non ne' libri di fisica, o negli scritti scolastici; nè poteva la meteorologìa ritrarre verun vantaggio dagli studj di quell' età.

Studi meteorologici de' bassi tempi.

Il Galileo incominciò a parlare delle meteore con qualche sapere di buona fisica: e la teorìa de' venti, ed alcune proposizioni meteorologiche, che sparge quà e là nelle sue opere, sono già fondate in osservazioni, e presentano una dottrina, non più come quella degli antichi, di mera speculazione, e di sottili ragionamenti, ma appoggiata a' fatti, coerente colla sana fisica, e conforme a molte pratiche verità (a). Ma il vero principio della moder-

Studi meteorologici de' moderni.

Istrumenti Fisici.

(a) *Pens. var.*, *Disc. sopra le Com.* dial. IV. *De syst.*

la meteorologìa non può ancor prendersi dal Galileo, dee ripetersi alcuni anni dipoi dall'accademia delle scienze di Parigi. I termometri, i barometri, gl'igrometri, gli anemometri, e tant' altri stromenti, che avevano inventato i sottili fisici per segnare esattamente la costituzione dell'atmosfera, si fecero accortamente servire a dare una giustezza e precisione alle osservazioni meteorologiche, che prima neppur potevasi immaginare. Il reale osservatorio di Parigi prestava tanti comodi, e sì opportuni mezzi per osservare le meteore, come per contemplare le stelle. Mariotte, Perrault, Sedileau, e la Hire profittarono maestrevolmente di tutti questi vantaggi; ed essi possono dirsi i primi fisici della moderna meteorologìa. Quante sperienze non intraprese il Mariotte, quante osservazioni non adoprò per ben conoscere le pioggie, le nevi, i venti (a)? Le cave, o i terrazzi dell'osservatorio erano le sue sale, ed i suoi teatri, dove trovava i più sinceri dilettamenti, e passava le più liete ore nell' osservare il freddo ed il caldo, i venti e le pioggie, i fenomeni meteorologici, i varj accidenti dell'atmosfera. Nè di ciò contento faceva altrove in città, e fuori, ne' piani e ne' monti parecchie osservazioni, e procacciavasene da altri in siti diversi per combinarle poi mutuamente, e ricavare da tutte una più giusta cognizione delle meteore, e de' fenomeni,

Francesi coltivatori della meteorologìa.

(a) *Traité du mouv. des eaux*, I. part.

che ne derivano. Frutti di quelle osservazioni sono le molte verità, che su l' acqua delle piog-gie, su le fontane, e su' venti ha lasciate ad ammaestramento della posterità (*a*). Più assidui ancora, e più diligenti furono gli altri accademici Perrault, Sedileau, e la Hire. Il lusso della corte di Luigi XIV. contribuì anch'esso all' avanzamento delle meteorologiche cognizioni. Per ben regolare le fontane de' regj giardini volle il Louvois nel 1680. che il la Hire diligentemente osservasse l' acqua, che scorre dalle sorgenti della montagna di Roquencurt, donde eransi condotte le acque a Versailles, e ordinò poi all' accademia, che si facessero ogn' anno le sperienze dell' acqua, che portan le pioggie, e di quella, che evaporando si dissipa. Allora il Perault inventò una macchina per eseguire con esattezza queste osservazioni; il Sedileau le fece con maestrevole intelligenza; e il la Hire nel 1688 incominciò a presentarle all'accademia, ed al pubblico, come seguitò poi a fare costantemente per molti anni. Nè si fermarono nelle pioggie soltanto i filosofici sguardi di que' dotti accademici. Il Sedileau (*b*) esaminò nell' anno seguente la neve e il ghiaccio, e varie altre osservazioni in-

(*a*) *Traité* ec. 1I. 1II disc.
(*b*) V. *Hist. de l' Acad. avant son renouv. en* 1699 tom. 1I e x; Du Hamel. *Reg. Sc. Ac. Hist.*

intraprese, quando in mezzo al suo corso venne da immatura morte rapito. Il la Hire principalmente può considerarsi come il padre, e il primo maestro della vera scienza meteorologica. I parelj e le iridi, le pioggie e le nevi, i fonti e i fiumi, l'acqua e l'aria, il freddo, il caldo, il barometro, il termometro, l'altezza, il peso, l'umido, l'elasticità dell' atmosfera, e quanto può in ogni modo spettare alle meteore, tutto era oggetto della sua curiosità, tutto era da lui contemplato con erudita attenzione, tutto era con sincera fedeltà riportato da lui alla pubblica cognizione (a). Allora s' incominciò ad alzare il velo, sotto cui erasi tenuta coperta per tanti secoli l'atmosfera; allora s' incominciò ad avere giuste notizie di ciò, che tutti i giorni vedevasi senza conoscersi; allora s' incominciò a formare giornali filosofici di tutti i fenomeni meteorologici, e a distendere la storia delle rivoluzioni dell' atmosfera; allora in somma nacque la meteorologia. Queste osservazioni, e quest' effemeridi, fatte per più di 30. anni con indefessa costanza dal la Hire, furono poi nella stessa accademia seguitate con uguale zelo ed intelligenza dal Maraldi, e da altri accademici, e replicate da varj altri per tutta la Francia, nell' America, e nelle più rimote contrade, e i dotti francesi mostrarono in ogni luogo l'amore degli studj meteorologici, che da per tutto promossero, e

(a) *Hist. de l' Acad. depuis* 1686. *jusqu' a* 1719

propagarono, e che vedesi ancor dominare a' nostri dì. Nè da minore zelo furono presi i profondi inglesi per coltivare questa nascente scienza; e le continue osservazioni fatte da molti di que' nazionali in mare ed in terra, nell' Europa, e nell' altre parti del mondo; il rigoroso registro di tutti gli accidenti atmosferici tenuto dal Derham per molt' anni dopo il 1707. e il giudizioso confronto fatto dal medesimo delle sue osservazioni, e d' altre d' altri paesi (*a*); l' invito del Jurin pubblicato nel 1724. a tutti i dotti fisici di voler fare in comune simili osservazioni, e giudiziosi precetti da lui proposti per eseguirle con esattezza ed utilità (*b*); l' impegno dell' ammiragliato per promuovere gli avanzamenti di tali studi, tutto insomma viene a provare, che questa parte della fisica ugualmente che alla Francia è debitrice all' Inghilterra de' suoi progressi. Fin dal principio del secolo s' applicò in Padova il dotto Poleni ad osservare colla solita sua diligenza le meteore, e la costituzione dell' atmosfera; e le osservazioni, che ha pubblicate, e i lumi, che ha dati in una sua lettera al soprannominato Jurin (*c*), e in altri suoi scritti, sono stati di molto vantaggio all' avanzamento di questa scienza. Contemporaneamente nell' Olanda, quando infuriava un' epidemia nel 1727., volle il Mu-

Inglesi. *Altri.*

(*a*) *Trans. phil* an. 1732.
(*b*) *Letter ec.*
(*c*) *Trans. phil.* an. 1731.

schembroek ad imitazione del grand' Ippocrate tenere conto di tutte le variazioni dell' atmosfera, e combinandole colle malattie, che in ogni stagione, ed in ogni mese vi dominarono, presentò al pubblico le effemeridi meteorologiche d' Utrecht del 1728. unitamente alle nosologiche, e diede l' esempio d'accoppiar la storia delle meteore con quella de' morbi, ch' è stato poi quasi generalmente abbracciata da' moderni fisici(a).

Aurora boreale.

L'osservazione d'una particolare meteora fece nascere una teorìa, che recò molti nuovi lumi alla fisica, ed acquistò in breve universale celebrità. L' aurora boreale era stata sotto altri nomi conosciuta in qualche modo dagli antichi. Aristotele (b) parla di fenomeni, che sono certamente aurore boreali, con tali espressioni, che mostrano essere state da lui stesso osservate. Seneca (c) descrive assai chiaramente quella meteora; e Seneca, ed Aristotele sono, a mia notizia, gli unici antichi, che abbiano osservata, e presentata l' aurora boreale come un mero fenomeno fisico senza riguardo a' futuri eventi, nè pensieri di predizioni. Altri filosofi immaginarono varie cagioni di quella Meteora; ma, come dice Plinio (d), sempre considerandola come annunziatrice di gravi mali; e ne' tempi posteriori que' pochi, che l' osservarono,

Osservazioni degli antichi.

(a) *Ephem. meteor. Ultraject.* an. 1728.
(b) *Meteor.* I. c. IV e V.
(c) *Quaest. natur.* lib. I, c. LXV.
(d) Lib. II, c. XXVII.

più pensarono a' mali che credevano che prenunciasse, che alle cagioni naturali, donde la dovesser ripetere. Il primo, ch' io sappia averne parlato fisicamente, chiamandola aurora boreale, considerandola come una semplice meteora, e cercandone naturali cagioni, senza ricorrere a misteriose e soprannaturali, è stato il Galileo (a); sebbene il parlarne egli senz'alcun aria di novità, e come di cosa, che spesse volte vedevasi, fa credere, che altri non pochi n' avessero già prima in qualche modo trattato. Il Gassendo osservò varie aurore boreali, e dottamente ne descrisse una del 1621. la prima, come dice il Mairan (b), che sia stata veduta, o sentita, e descritta a sangue freddo; ma anch'egli ne discorse poi con molta incertezza, e con maraviglia di novità; ed egli stesso racconta, che tutti gli altri suoi contemporanei mille portenti pubblicarono d'avervi veduti, e la crederono un segnale mandato da Dio de' danni di guerra, che poi soffrirono (c) e in tutto mostra assai chiaramente l'oscurità, in cui era allora la fisica intorno a questo fenomeno. Il Zanotti riportando un' aurora boreale del 1726 descritta nell' accademia di Bologna dal Beccari, ne rammenta un' altra, ch' era stata osservata dal Castelvetri su la fine dell' anno 1722. o al principio del seguente, e dice essere sta-

Del Gassendo, e d' altri posteriori.

(a) *Disc. sopra le Comete.*
(b) *De l' aur. bor.* sez. IV., c. I.
(c) *Phys.* sect. III. lib. II, c. VII.

ta questa la prima, che fosse comparsa nell' Italia, o la prima almeno, di cui fosse rimasta memoria; e il bolognese Manfredi, il primo astronomo dell' Italia, che n' osservasse poi una con astronomica esattezza, e ciò non prima del 1727. (*a*); e questa rarità del fenomeno, come riflette anche Plinio (*b*), non permetteva, che se ne vedesse chiara la cagione, nè pur che si avesser quelle notizie di questa, che delle altre meteore. Nel 1726. fece grand' impressione in tutta la Francia un' aurora boreale; e questa diede eccitamento al Mairan per levare la grandiosa fabbrica della sua teoria dell'aurora boreale. Il Galileo, il Gassendo, e que' pochi fisici, che fin allora l' avevano trattata; tutti la consideravano come prodotta da vapori, o da corpi astratti dal nostro globo; anzi l'Allejo la faceva provenire dagli effluvj magnetici, che dalla picciola sfera, o terra magnetica, ch' si supponeva rinserrata nel centro del nostro globo, si sciogtievano, e sfuggivano pe' poli, o almeno pel polo boreale. Qualcuno anche la ripeteva dal lume solare riflettuto dalle nevi del settentrione, e lanciato contro la superficie concava degli strati superiori dell' atmosfera. Ma il Mairan prendeva più alto il volo, ed interessava nell' aurora boreale la costituzione generale del mondo, o almeno di tutto il sistema solare; ed esaminati tutti i fenomeni di quante au-

Opinioni de' fisici.

Del Mairan.

(*a*) *Comment. Acad. Bon.* tom. I.
(*b*) L. c.

rore boreali giunsero a sua notizia, misurata l' altezza, osservato il colore, la figura, ed altri accidenti, considerato il tempo della loro apparizione, ed avuto riguardo a tutte le circostanze, stabilì, che non dall' atmosfera terrestre, ma dalla solare, uscisse la materia dell' aurora boreale, e che questa fosse il lume zodiacale scoperto dal Cassini nel 1683. che spiccato dall' atmosfera solare, e attratto dalla terra cadesse nell' atmosfera terrestre più o meno profondamente, secondo che maggiore, o minore fosse la sua specifica gravità. Il vasto suo genio gli fece vedere le relazioni di questo fenomeno con alcune nebulose, colle macchie del sole, co' crepuscoli, coll' atmosfera della luna, colla gravità universale, colla calamita, con tutti i fenomeni dell' universo, e la storia astronomica, e la civile, la geografia, l' algebra, e la geometria, le sperienze chimiche e le fisiche, le osservazioni atmosferiche e le astronomiche, la fisica, le matematiche, tutto fece egli servire a ben conoscere l' aurora boreale, ed a rendere interessante questa meteora per tutto il sistema della natura. L' ipotesi del Mairan fece, come doveva, gran sensazione ne' fisici e ne' matematici, e molti si diedero animosamente ad impugnarla. Ma ebbe la sorte di trovare un valentissimo sostenitore nel Boschovich, il quale in vari scritti la promosse e difese, e nuovi gradi le aggiunse di probabilità per le induzioni, che trasse dalle sue osservazioni, e principalmente pe' calcoli, che applicò alla distanza, in cui era dalla terra la m-

ria d' un' aurora boreale da lui osservata nel 1737. (*a*). A maggiore dimostrazione di quell' ipotesi mancava l' osservazione di qualch' aurora nelle parti del polo australe, dove veder si doveva ugualmente che nelle parti settentrionali; e per supplire a questi difetti ebbe d' uopo il Mairan delle sottili risorse del suo ingegno; e della sua erudizione. Il Grischow nel 1751. osservò in Pietroburgo un' aurora, che per lui era australe (*b*), ed altra posteriormente il Graft nel 1778. (*c*); ma queste non erano le aurore australi, di cui abbisognava il Mairan per confermare la sua teorìa. Fortunatamente per lui il celebre Ulloa navigando ne' mari australi, oltrepassato già il capo d' Horn, in mezzo a una nebbia foltissima osservò di tanto in tanto uno splendore, e certi lampi d' aurora boreale, che fecero credere, che quel fenomeno si vedrebbe nell' emisfero australe ugualmente che nel settentrionale, se vi si trovassero osservatori, e non fossero impediti dagli ingombri dell' atmosfera, e che il sistema del Mairan non doveva per questa parte trovare difficoltà. Non vollero nondimeno abbracciare tutti i fisici quell' ingegnosa ipotesi. L' Eulero ne propose una sua, cioè che i raggi solari battendo la terra facciano sollevare da

Dell' Eulero.

(*a*) *Diss. de aur. bor.* Not. in *Poema P. Noceti ec. Dial. su l' Aur. bor.*
(*b*) *Nov. Comm. Ac. Petrop.* tom. IV.
(*c*) Ivi tom. XXIII, part. I.

questa alcune picciole particelle ad un' altezza superiore di molto a quella dell' atmosfera, e queste particelle ferite dal sole riflettano la sua luce, la quale formi l' aurora boreale (a). Altri più comunemente sono ricorsi all' elettricità, la quale è stata il refugio de' fisici per ispiegare questa ed altre meteore, come poi diremo, e questa più dell' ipotesi del Mairan, e di tutte le altre ha avuti molti seguaci, e si può dire, che ha prevaluto sopra tutte, ed è rimasta dominante è padrona. Ma lasciando da parte la teoria delle cagioni, rimane al Mairan la lode d' avere meglio d' ogn' altro dilucidati, e descritti tutti i fenomeni dell' aurora boreale, o tutto il merito d' esser chiamato il vero maestro in questa materia.

Rugiada. Un' altra meteora dee parimente a questo secolo il suo rischiarimento. La rugiada s' è veduta in tutti i secoli, s' è sempre creduta cadere dall' aria senza farvi altro esame, nè mai s' è osservata con filosofica diligenza. Nella storia dell' accademia di Parigi del 1687 leggesi, che alcuni socj trovando sotto le campane di vetro ugual copia di rugiada che ne' siti esposti all' aria, pensarono, che la rugiada non cadesse dall' alto, ma si levasse da terra. Ma quest' osservazione rimase sterile nelle mani di que' fisici, e venne presto dimenticata. Dopo il principio di questo secolo, sol verso il 1728 avendo il Gersten immaginato un sistema per dimostrare coll' elasticità dell' aria i cambiamen-

Opinione del Gersten

(a) *Acad. de Berlin.* tom. II.

ti del barometro, e riflettendo, che il cadere dall' alto la rugiada doveva contrariare il suo sistema, si diede ad osservare attentamente questo fenomeno, e con molte e replicate sperienze potè conchiudere, che dalla terra, e dalle piante si leva realmente in alto la rugiada, non, come prima credevasi, cade dall' aria in terra (a). Allora s' incominciò a riflettere su questo volgare ed ovvio fenomeno, e si prese qualche sicura cognizione della rugiada. Tre cose trovò egli necessarie per questa: luogo esposto a' raggi del sole; differenza notabile dal caldo del giorno al freddo della notte; e sufficiente umidità nel terreno. Esaminò la rugiada delle piante, ch' egli credeva altro non essere che la traspirazione delle medesime condensata dall' aria, e trovò nella superficie, ed all' estremità delle foglie picciole goccie disposte regolarmente, non gettatevi a caso, e n' offrì agli occhi la figura: coprì molte piante con vasi di vetro o di terra, e le trovò ugualmente cosperse di rugiada; segno, che questa dalle stesse piante traspirava, non veniva dall' aria; e fece molt' altre sperienze, che diedero alquanto a conoscere quel volgare fenomeno, su cui sì poco si rifletteva. Non lasciò oziose il Muschembroek le sperienze, e le riflessioni del Ger-

Del Muschembroek.

(a) *Christ. Lud. Gersten Tentam. syst. ec.*, cui adiecta sub finem *Dissertatio Roris decidui errorem ant, et vulg. per observ. et exper. nova excutiens* Francof, 1733.

stes, Parvegli, che la rugiada fosse forse la meteora acquosa la meno conosciuta, e questo l'impegnò ad entrare profondamente ad esaminarla (a). Tre sorte diverse di rugiada volle distinguere, e su ciascuna fece moltissime osservazioni, e scoprì molte verità. La rugiada, ch' esce dalla terra e dalle piante, gli presentò mille diversità e per la copia, e per la qualità, secondo i terreni e le piante, che la tramandano: diversità ne' terreni umidi, ne' secchi, negli abbondanti di minerali, ne' monti e nelle valli; diversità nell'erbe e negli alberi, e nelle differenti spezie degli alberi e dell' erbe. Osservò gran differenza nella quantità della rugiada secondo le altezze differenti, in cui si riceve. Con varie, e replicate sperienze scorse notabilissime differenze secondo le materie diverse de' recipienti, e trovò, che i vetri sono le materie, che più attraggono la rugiada, e i metalli quelle, che più la rigettano. Nella stessa materia scoprì anche maggiore, o minore attrazione secondo i diversi colori, di cui è dipinta, sebbene osservò, che tale diversità non a' colori, ma alle materie di essi deesi riferire; e tante curiose novità seppe ritrovare nella rugiada, che fece un fenomeno da interessare l' attenzione de' filosofi di ciò che non aveva prima ottenuto che sguardi volgari. Oltre le or dette rugiade, che dalla terra e dalle piante sollevansi, credè d' osservarne un' altra, che levatasi dalla

(a) *Essai de phys.* c. XXXIX.

terra, e dispersa nell'atmosfera, ritorni poi dall' alto a cadere in terra, e s' indusse a pensar così al vedere bagnarsi dalla rugiada alcuni corpi su la terrazza dell'osservatorio d'Utrecht coperta di piombo, donde certo non potèva levarsi. Le osservazioni del Muschembroek eccitarono la curiosità del du Fai, e lo mossero a svolgere pienamente questa materia. Replicò egli tutte le sperienze del Gersten, e del Muschembroek, le migliorò in varie guise, e n' aggiunse altre sue, e trovò, che realmente la rugiada dalla terra, e dalle piante sollevasi, nè in ciò v' ha luogo a dubitazione, ma che quando è poi sollevata in aria, immergesi in essa, ed all' insù, all'ingiù, ad ogni lato orizzontale, e perpendicolare traesi da per tutto, dove si porta l' aria col suo moto di fluttuazione, nè può dirsi col Muschembroek, che cada dirittamente dall'alto al basso. Le sperienze del Muschembroek mostravano il vetro attrattivo della rugiada, ed i metalli contrarj. Come questa medesima differenza del vetro e del metallo si ritrova ugualmente riguardo all'elettricità, e come il du Fai aveva parimente provato (a), che tutti i corpi possono diventare fosforici, fuorchè i metalli, pensò egli, che potesse dunque la rugiada avere qualche relazione co' fosfori, e coll'elettricità. Provò a questo fine le materie resinose siccome elettriche, e le trovò infatti,

del du Fai

(a) *Ac. des Sc.* 1730.

come i vetri, molto suscettibili della rugiada. Replicò in molte guise le sperienze di questa diversa capacità a ricevere la rugiada in materie diverse, nè trovò in alcuna di esse ragione di contrastare l'immaginata analogìa. Movevagli nondimeno qualche dubbio in contrario l'avere osservato l'Ales (*a*), che molto maggiore copia di rugiada cadeva su la terra umida che su la secca, maggiore su l'acqua che su la terra umida, e diedesi perciò tosto a tentarne altre simili più esatte, e più precise; ma diverse estrinseche circostanze non gli permisero di condurle a quell'evidenza di risultati, che potesse appagare l'accurata sua scrupolosità (*b*). Ad ogni modo le filosofiche vedute, e le squisite sperienze del Muschembroek, e del du Fai ci hanno fatto sufficientemente conoscere questa meteora, che sì poco avevano curata i fisici anteriori. Posteriormente il le Roi esaminando l'elevazione, e la sospensione dell'acqua nell'aria, e provando, che questa si fa per dissoluzione, e che tale dissoluzione presenta i medesimi fenomeni, che la dissoluzione della maggior parte de' sali nell'acqua, entra a parlare della rugiada, e dalla sua dottrina su questa dissoluzione, e da varie sue sperienze conchiude, che la rugiada non è che l'acqua disciolta col calore del giorno nell'aria, e precipitata col freddo della notte, quando si raffredda l'aria sot-

Del le Roi.

(*a*) *Stat. dés veget.* exp. XIX.
(*b*) *Ac. dès Sc.* an. 1736.

to il grado di saturazione, e che essa, come prima credevasi, cade tutta dall'aria; e questa dottrina del le Roi, le studiate sue sperienze, e le sue fisiche e chimiche teorìe hanno dati alcuni nuovi lumi su l'ancora non abbastanza rischiarata materia della rugiada (a).

Venti.

Se tanto presenta da trattare questa meteora, che appena s'è incominciata ad osservare in questo secolo già avanzato, quanta materia di ragionamenti non ci darebbono le altre, se la stessa copia non c'impedisce d'esaminarle distintamente? Quanto non iscrissero de' venti gli antichi, come di sopra abbiamo accennato? E quanto non hanno occupato ugualmente i venti le ricerche e l'attenzione de' moderni? Il Galileo al principio del passato secolo, quando poco si pensava a riguardarli filosoficamente, ardì di derivare i venti regolari e costanti de' mari dal moto diurno della terra; e se non giunse a cogliere nella sua teorìa la verità, s'appoggiò sempre a vere osservazioni, ed insegnò agli altri fisici la giusta acutezza e sodezza nel discutere tali materie (b). Venne poi il Mariotte, e trattò de' venti con maggiore estensione e profondità. Cercò a questo fine varie corrispondenze per avere osservazioni seguite delle estensioni di 7 ad 8 cento leghe in molti siti d'Europa, come da Parigi a Varsavia, da Londra a Costantinopoli, e così d'altri;

Teorìa del Mariotte.

(b) *Acad. des Sc.* an. 1751.
(a) Dial. IV. *de' Sistemi*.

ma da pochi potè ottenere il compimento delle sue brame. Pur dalle continue sue osservazioni, e da quelle che potè avere da altri, e da altre, che seppe ricavare dalle relazioni de' viaggi, ardì proporre alcune congetture su le cagioni de' venti, spose varj fenomeni risguardanti i loro moti, e le loro forze, e diede molti lumi intorno a questa materia (a). Il Mariotte fra le altre cagioni, ch'ei chiama principali, adduce, come il Galileo, per la prima, e la più possente il movimento della terra dall'occidente all' oriente; e questa cagione è stata rigettata da' fisici, e matematici posteriori, come poco fondata su' buoni principj della costituzione, e de' movimenti del nostro globo. L'Allejo s'attenne principalmente all' azione de' raggi del sole su l' aria ed acqua; e dal calore, che il sole comunica all' aria ed all' acqua, e dalla rarefazione, che in esse produce, derivò dottamente i riguardevoli fenomeni de' venti regolari (b). Il d'Alembert istima bensì, che il calore del sole possa avere gran parte nella agitazione de' venti; ma non avendo principj abbastanza per calcolare l' azione di questo calore, non crede potere fondare sul medesimo la teorìa de' venti, e si ristringe a determinare i movimenti dell' aria provenienti dalla sola attrazione del sole e della luna, e apertamente confessa, che ancor quando si ri-

Dell' Allejo.

(a) *Traité du mouv. des eaux*, I. part., III. disc.
(b) *Trans. phil.* n. 183.

solva così il problema, si sarà ben lontano dal conoscere con certezza il corso, e le leggi de' venti; ma v'impiega tanta ricchezza di geometria, e di calcoli, che ha resa questa sua opera uno de' più pregievoli scritti della matematica (a). Più fisicamente illustra il Muschembroek questa influenza del calore solare nella produzione de' venti, e con molt' uso di fisiche e di storiche cognizioni la va applicando anche ai fenomeni, che potrebbono sembrare d'esserle opposti; risolve giudiziosamente molti problemi d'alcuni venti particolari, e d'altri variabili; raccoglie molte notizie su questa materia di molti luoghi diversi; spiega più distintamente molti fenomeni peculiari a' venti olandesi, e fa prendere assai più chiara cognizione delle particolari cagioni d'alcuni venti, d'alcune loro proprietà, e de' loro effetti, ed assai più giusta idea di questa meteora, di quanto ci avevano dato gli altri fisici e matematici (b). Il Buffon parla parimente de' venti colla sua solita eloquenza ed erudizione, ma conchiude giudiziosamente, che invano si tenterebbe di dare una teoria de' venti, e che d'uopo è ristringersi a lavorare per farne una buona storia (c). Il Richard ha scritto posteriormente in varj volumi una storia dell'aria, che non è veramente la storia de' venti, che bramereb-

Del Muschembroek

(a) *Reflex. sur la cause gen. des vents.*
(b) *Essai de phys.* cap. XLI.
(c) *Hist. nat.* t. II in-12 ed. di Parigi 1752.

he il Buffon, ma che può dare ad essa molte notizie (*a*) Le osservazioni diligenti e costanti de' dotti fisici di tutta l' Europa, e dell' altre parti del mondo, e le fedeli ed esatte relazioni degli attenti ed oculati viaggiatori sono l' unico mezzo d' ottenere tutti que' lumi, che a formare una tale storia, e a dare la giusta cognizione de' venti richiedonsi. Quanto non avremmo da dire su la pioggia, la neve, la grandine, il fulmine, il tremuoto, e su ciascun' altra meteora? Non troveremo mai fine a questo argomento, se d' ognuna vorremo far motto distintamente: diremo so tanto in generale brevemente, che dopo che il Franklin scoprì, e dimostrò sì patentemente l' analogia del fulmine coll' elettricità; e molto più dopo che il Beccaria sì fondatamente la estese alle altre meteore, e propose al pubblico la sua elettricità atmosferica; e il Nollet, e altri fisici cercarono parimente, benche per vie diverse, di spiegare le meteore coll' elettricismo, la fisica meteorologica ha ricevuti molto maggiori rischiarimenti. Noi abbiamo recentemente una meteorologia in due tomi distesa dal de Luc (*b*), il quale confessa, che dèe la maggior parte delle sue idee sposte in quest' opera alla teorìa del Volta dell' *influenze elettriche;* e infatti vi fa giuocar molto il fluido elettrico, di cui lungamente discorre. E quanti lumi non possiamo

---

(*a*) *Hist. nat. de l' air et des mét.*
(*b*) *Idées sur la méteorol*, à Paris 1787.

sperare in questa materia dallo stesso Volta, il quale padrone, ed arbitro dell' elettricismo terrestre, ha voluto anche maneggiar l' atmosferico, ed ha ora incominciato a dare al pubblico una sua meteorologìa (*a*)

Queste teorìe hanno fatto immaginare, ed eseguire molte belle sperienze, ed osservazioni, ed hanno fatto conoscere assai meglio di prima le meteore: ma più che dalle teorìe trae vantaggio la meteorologìa dalle diligenti, assidue, e generali sperienze ed osservazioni, che per ogni angolo dell' Europa, ed in molti siti eziandìo dell' Asia, dell' Affrica, e dell' America eseguiscono i dotti fisici, e delle quali cercano di fare utili applicazioni. Il Toaldo è in questa parte il principe della moderna meteorologìa. Colla meditazione su le osservazioni di più di 20 anni del Poleni, e su le molte posteriormente fatte da lui stesso, coll'esame di quelle de' francesi, degl'inglesi, e d' altri, e col mutuo confronto di tutte ha incominciato a fissare un periodo, e a dare molti lumi per una qualche veritiera predizione degli accidenti atmosferici, a stabilire alcuni canoni utili per l'agricoltura, e per la civile economìa, e a ricavare vantaggio dalle meterologiche cognizioni (*b*). L' esempio del Toaldo ha dato eccitamento a molti dentro e fuor dell' Italia di coltivare sempre più questo studio; e il Cotte lo promuove con

---

(*a*) *Biblioteca fisica d' Europa* tom. I.

(*b*) *Sagg. meteor. ec. La meteor. applic.* ec. ec.

tanto, o più ardore nella Francia, che nell' Italia il Toaldo. Il suo *Trattato di meteorologia*, pubblicato nel 1774, sparse già molti lumi su questa materia; ma la grand' opera, che ora ha pubblicata in due volumi di memorie per servire di supplemento a quel *Trattato* sono l' opera più dotta, e il più compiuto trattato, che abbiamo su la meteorologìa. Fortunatamente in questi anni abbiamo veduto sorgere alcuni stabilimenti, che sono molto favorevoli a' progressi di quella scienza. Uno di essi è la reale Società di medicina di Parigi, la quale nella memoria istruttiva, che mandò a tutti i corpi accademici, ed a tutti i medici, e in cui invitò tutti a porre singolare attenzione a' fenomeni dell' atmosfera, ha talmente eccitato lo zelo de' dotti, che da infinite parti riceve osservazioni esatte, e intieri giornali, e può col loro ajuto formare le compiute tavole, che vediamo ne' suoi volumi (*a*). Più direttamente ha giovato a' progressi di questa scienza la Società meteorologica di Manheim istituita sotto gli auspizj dell' Elettore Palatino e colla protezione del duca di Saxe-Gotha. Quest' accademia niente altro si propone che di promovere la meteorologìa, far fare osservazioni in ogni parte del mondo, paragonarle poi tutte con esatezza, e poterne didurre accertate conseguenze. A tal fine pubblicò il suo prospetto nel 1780, e spiegò le sue mire; fece istrumenti affatto uguali

(*a*) Tom. I., II, ec.

ed uniformi; stampò tavole meteorologiche, e tutto somministrò agli osservatori per avere così cogli stessi metodi, e cogli stessi stromenti le osservazioni realmente paragonabili; ed ora propone premj, tiene corrispondenze, nè lascia alcun mezzo, che possa contribuire alla perfezione della sua impresa. „ E' poco tempo, dice il Buffon (a), dacchè si fanno osservazioni meteorologiche, ed è [illegible]i meno dacchè si fanno con attenzione, e n[illegible] passerà forse molto prima, che se ne sappiano impiegare i risultati, che pur sono gli unici mezzi, che noi abbiamo per arrivare a qualche cognizione positiva su questo soggetto „ Ma dagli studj meteorologici di questi pochi anni vuole il Cotte, che siensi già ricavati alcuni periodi quasi certi, ed altri molto probabili; la diurna, e la mensuale variazione dell' ago calamitato quasi dimostrate; la periodica variazione diurna del barometro messa in buon lume dal van Swinden; utili vedute per la medicina, e per l'agricoltura; miglioramenti notabili de' barometri, degl'igrometri, e degli altri stromenti fisici, che hanno relazione cogli accidenti atmosferici, e non pochi altri vantaggi. Ora con tanti ajuti, con tanti stabilimenti, con tanti lumi, e tanti avanzamenti, con tanto zelo, ed ardore de' coltivatori di questi studj possiamo sperare, che non sia per tardar molto il maturamento de' frutti, che l'agricoltura, la

---

(a) *Hist. nat.* tom. II.

medicina, la nautica, e tutta la società può promettersi dalla meteorologia più ancor che dall' astronomia, se quella ugualmente che questa giungerà ad avere dati certi, cognizioni, sicure, e matematiche dimostrazioni, e potrà ridursi a quel grado di certezza, a cui aspirano i suoi professori, e porsi, come l' astronomia, nella classe di scienza esatta.

Magnetologia.

Dagli elementi, e dalle meteore discendendo a' corpi terrestri, il soggetto della fisica particolare, che più presto abbia ottenuto qualche illustramento da' fisici, è stata la calamita. Gli antichi egiziani, come ci fa intendere Plutarco citando Manetone (*a*), conobbero la calamita, e la sua proprietà d' attraere il ferro, e forse anche quella di rispingerlo. Talete, Democrito, Empedocle, Platone, Aristotele, ed altri filosofi greci, secondo il gusto allor dominante, si misero tosto a ricercare la vera cagione di quest' attrazione, e si divisero in varie opinioni. Epicuro solo produsse due cagioni diverse, una delle quali viene lungamente riportata da Lucrezio (*b*), e l'altra da Galeno (*c*). E' assai sottile e meccanica la maniera, con cui Platone fa seguire quest' attrazione, come la spiega Plutarco (*d*); ed essa prova, che già a quel tempo s' era molto meditato, e studia-

Antichi conoscitori di alcune proprietà della calamita.

(*a*) *De Isid. et Osir.*
(*b*) Lib. VI.
(*c*) Lib. I. *De nat. fac.*
(*d*) *Platon. Quaest.*

to su tale fenomeno. Oltre di questo osservarono anche gli antichi, che lo stesso ferro attratto per una parte dalla calamita, attraeva dall' altra un altro ferro, e questo un altro, e potevasi così formare una catena, come dice Platone, che ne parla come di cosa nota, e volgare (*a*). Qualche oscura ed incerta cognizione ebbero altresì i greci della proprietà della calamita d'avere due poli diversi; amico l' uno, che attrae il ferro presentato da un tale lato; contrario, e nimico l'altro, che lo rispinge se gli si applica dal medesimo. Vediamo infatti, che dice Lucrezio (*b*) accadere anche che il ferro si ritiri dalla calamita, che ora la fuga, ed ora vicendevolmente la segue, ciò che non può verificarsi altrimenti che presentandogli i due diversi poli. Plinio credeva, che vi fosse una sorta particolare di calamita, che chiama *teamede*, e che fa venire dall' Etiopia, la quale rigetta, e rispinge da sè ogni ferro (*c*). Ma questo non può avere apparenza alcuna di verità, se non si prende nell' or detto caso; e allora non alla calamita dell'Etiopia soltanto; ma a qualunque altra può convenire. Non so quanto sia vera la ragione, che dà Plutarco d'aver gli egiziani applicato i nomi di calamita, e di ferro alle ossa d'Oro e di Tifone: essa potrebbe provare, che gli an-

---

(*a*) In *Jone*.
(*b*) Luogo citato.
(*c*) Lib. xxxvI., cap. xvI.

tichi egiziani ebbero già qualche cognizione di questo fenomeno; e mostra certo, che i greci del tempo di Plutarco non erano privi di tale notizia (*a*). Queste sono le uniche cognizioni, quanto a me pare, che abbiano acquistate gli antichi con tanti secoli di filosofare su la calamita; e queste stesse erano oscurate con molti più errori, ciò che non ad altro può attribuirsi che al loro prurito di penetrare nelle intime cagioni, senza pensare prima di scoprir bene i fatti. Si maraviglia, e si lamenta il Cardano degli antichi filosofi, che avendo alle mani tanta copia di calamita, fossero sì trascurati nel farne sperienze, e rimanessero pertanto nell' ignoranza delle sue proprietà: il caso, se non lo studio, avrebbe lor presentate molte cognizioni, a cui non poteva condurli la troppa voglia di speculare (*b*). Ma quest' era il vizio dell' antica fisica. Vede Lucrezio la calamita attrarre il ferro attraverso un vaso di rame, e corre subito a ricercarne nella natura del rame la cagione, mentre a poche sperienze, ch' avessero voluto fare in altre materie, poteva vedere, che vanamente pensava di ripeterne dalla natura particolare del rame ciò ch' era comune agli altri corpi (*c*). Vuole Alessandro afrodiseo rintracciare il perchè la calamita attragga il ferro, e non anche all' opposto que-

Trascuratezza degli antichi nel fare osservazioni.

(*a*) *De Isid et Osir*.
(*b*) Lib. un. *De secr.* cap. v.
(*c*) Lib. vI.

no si tiri dietro la calamita, e non pensa prima di esaminare colle sperienze la verità del fatto. (*a*). Queste era l' uso comune degli antichi filosofi, speculare molto, ed osservar poco, affannarsi nella ricerca delle cagioni, non curarsi di verificar prima i fatti; e quindi tanti indovinamenti, e sì poche scoperte, tanti errori mischiati con alcune poche verità. Anche ne' tempi posteriori la scienza magnetica ha avuto miglior sorte che le altre parti della fisica. La più bella, e più utile scoperta, che siasi fatta su la calamita, è quella de' due suoi poli, australe e boreale, che ha tanto servito al miglioramento della nautica; e questa sì dèe certamente a que' tempi. Il primo monumento, che abbiamo di questa scoperta, è un libro intitolato *De lapidibus*, citato come opera d' Aristotele da Vincenzo Bellovacense (*b*), e da alberto Magno (*c*), nel quale si legge, che un angolo della calamita guarda il settentrione, l'altro il mezzo-giorno. Ora più non esiste, ch' io sappia, un tale libro, nè possiamo più giudicare della sua legittimità che pe' soli passi, che da questi autori vengono riportati. Noi abbiamo altrove parlato assai lungamente di questo punto per poterci ora dispensare di farne nuovi discorsi, e colla scorta del gravissimo Tiraboschi abbiamo attribuito agli

Scoperta della direzione polare.

Ricevuta dagli antichi.

(*a*) Lib. II. *Nat. quaest.* cap. XXIII.
(*b*) *Spec. nat.* lib. VIII., cap. XIX.
(*c*) *De miner.* lib. II. tract. III. cap. VI.

arabi quella scoperta, e la supposizione, o almeno l' alterazione del libro citato come d' Aristotele, in cui la vediamo, benchè poco esattamente, descritta. Or aggiugneremo soltanto, che per assicurare viepiù a questo libro l'origine arabica, oltre le due parole allora citate *Aphron*, e *Zoron*, usate in quel passo riguardante i due poli, può anche dar nuovo peso la parola *Zibar*, adoperata in un altro passo riportato dallo stesso Vincenzo (*a*); tre voci arabiche in poche righe, benchè alterate e sconciate da' relatori, possono fare assai manifesta l' origine del libro, che le contiene. Oltre di che può osservarsi, che molte cose della calamita riporta quel libro, che possono credersi errori degli arabi, nè sono state mai da niun antico annunziate. Dove leggesi negli antichi, che vi fossero calamite, che attraessero l' oro, la carne umana, ed altre materie molto diverse dal ferro, come vediamo in quel libro supposto d' Aristotele? Ma queste attrazioni della calamita vedonsi descritte in un libro ebreo del R. Abramo ben Hannaja, citato dal Kircher (*b*), il quale ebreo dice d' averle lette ne' libri de' *Sapienti*, e i sapienti nel concetto de' rabbini non erano che gli arabi, unici maestri degli ebrei di quel tempo. Pare dunque, che deggia credersi, che qualche arabo fosse autore di quel libro, nel quale in mezzo a tanti-

(*a*) Ivi cap. xxxiv.
(*b*) *Magnes.* lib. I, cap. iv.

errori vediamo per la prima volta proposta questa scoperta, e che la scoperta stessa, che non era stata mai annunziata da alcun antico, prendesse parimente dagli arabi la sua origine. Gli arabi però potevano facilmente derivarla dalle cognizioni lor tramandate dagli antichi. Se questi insegnavano, che la calamita da un lato attrae il ferro, e dall' altro lo rispinge, facil cosa era osservare verso dove si volgessero que' punti, e quindi trovare, che realmente guardassero i due poli. Infatti tale è l' andamento della scoperta, che sembra indicato dalle parole stesse del Bellovacense (a): *Magnes*, dice, *uno quidem angulo trahit ferrum, ex opposito autem angulo fugat ipsum. Angulus quidem ejus, cujus virtus est trahendi ferrum, est ad zoron, idest septentrionem*, ec. Così pure avendo conosciuto gli antichi, che la calamita comunica al ferro, che attrae la virtù d' attraerne un altro, era naturale il provare se gli comunichi o nò parimente la virtù di volgersi a' poli da due punti determinati. Ma nondimeno queste osservazioni, e queste sperienze mostrano uno spirito filosofico, e riflessivo, e che sempre più ci dà ragione d'attribuire questa scoperta agli arabi, gli unici presso cui a que' tempi annidasse la filosofia, e la contemplazione, e lo studio della natura. Certo è, che fino dal principio del secolo decimoterzo era già conosciuta, ed adoperata nella navigazione que-

Derivazione di questa scoperta dalla dottrina degli antichi.

(a) Lib. VIII, cap: XIX.

sta virtù non solo della calamita, ma eziandio del ferro calamitato. „ L'ago di ferro toccato „ colla calamita si volge sempre alla stella set- „ tentrionale; ond' è molto necessario a' navi- „ ganti " dice il cardinale Iacopo di Vitry (*a*). Vincenzo Bellovacense ci spiega anche la maniera come si preparava quest'ago. Dopo avere fregata attraverso la calamita la punta dell' ago lo conficcavano in una piccola paglia, e lo mettevano in un vaso pieno d' acqua: quindi girando intorno al vaso la calamita, seguiva all' intorno il suo moto la punta dell' ago; e movendo poi con più sveltezza e velocità la calamita, la ritiravano all' improvviso, e allora la punta dell' ago si volgeva al settentrione, e colà si fermava immobile a direzione de' naviganti (*b*). L' imperfezione e rozzezza di questa bussola mi fa nascere nell' animo una congettura, che non sarà aliena da questo luogo. Dassi comunemente la gloria dell' invenzione della bussola verso l' anno 1300 all' amalfitano Flavio, o Giovanni Gioja; ma da quanto abbiamo detto finora viene smentita quest' opinione. Sembra nondimeno difficile, che una tradizione sì universale non abbia nessunissimo fondamento, e sia priva d' ogni apparenza di verità; non si potrà dunque pensare, che poco contento il Gioja dell' or descritto stromento, e degli altri ugualmente rozzi allora usati nella marina, n' inventasse uno

Il Gioja creduto autore di tale invenzione.

(*a*) *De hist. Hieros.* cap. LXXXIX.
(*b*) *Spec. natur.* lib. VIII, cap. LX.

più esatto, più sicuro, più comodo, più acconcio a tutti gli usi, inventasse in somma una vera bussola, che meritasse di venire in breve tempo adoperata da tutti, facendo abbandonare tutte le altre, e che quindi si levasse il grido universale, e si desse al Gioja generalmente l'onore dell'invenzion della bussola? Per ciò che non pare credibile, che colla bussola, quale gli viene attribuita dal Porta (a), la quale altro non era che la sopra sposta da Vincenzo, come nota, e comune a tutti i marinaj, si potesse procacciare tanta celebrità da levarsi coll' onore dell'invenzione della bussola. Non ha più fondamento il Cabeo d' attribuire a Pietro Pelerin la scoperta, o la prima notizia della direzione a' poli della calamita, dicendo, che gli autori anteriori a lui dissero bensì, che la calamita attrae il ferro, ma non che attrae eziandìo altra calamita, e diedero al ferro calamitato la proprietà di segnare il polo, ma non alla stessa pietra (b). Il Pelerin, come crede il Gilberto (c), fiorì solo nel secolo decimoquarto, e in tutto l' antecedente si discorse già da molti della direzione a' poli della calamita. Oltre gli ora citati autori, che tutti parlano, benchè oscuramente, e senz'aggiustatezza, di questa proprietà, non solo del ferro, ma della stes-

Pelerin.

(a) *Magn. nat.* lib. VII, cap. XXXII.
(b) *Philos. magnet.* lib. I, cap. VI.
(c) *Tract. de magn.* lib. I, cap. I.

sa pietra, Bruneto Latini nel suo *Tesoro* dice espressamente, che la calamita ha due faccie, e l'una guarda, o va verso una tramontana, l'altra verso l'altra; e troppo era comune nel secolo decimoterzo questa notizia per dover col Cabeo riconoscerne per primo autore il Pelerin (*a*). Rimane a lui non pertanto la lode di averci data la più chiara, e compiuta descrizione della maniera di fare questa sperienza, e di trovare esattamente nella calamita i due poli, come la spone il medesimo Cabeo (*b*). Il Gilberto ci dice soltanto del Pelerin, che nella sua opera si ricercano da' poli del cielo, e dallo stesso cielo gli argomenti di questa direziene della calamita (*c*). Io non ho mai letto il libro, o la lettera, o checchè siasi l'opuscolo di questo francese, che tratta tale materia; ma il vedere in un passo riportato dal Kircher (*d*), che descrive in qualche modo la terrella, o il globo terrestre co' suoi poli, e circoli meridiani rappresentato in un globo di calamita, e v'insegna la maniera di formare detta terrella, e l'osservare qualche altro punto della sua dottrina, riferito dallo stesso Kircher, dal Porta (*e*), dal Cabeo (*f*), e da altri, mi fa credere, che

---

(*a*) Lib. I, cap. I.
(*b*) Ibid.
(*c*) Lib. I, cap. I.
(*d*) Lib. I, part. II, theor. X, cap. II.
(*e*) *Magn. nat.* lib. VII.
(*f*) Lib. II, cap. III.

s' internasse assai nella dilucidazione di questa materia, onde giustamente acquistasse il nome di maestro della magnetica filosofia, come narra il Cabeo (*a*); e parimente ci mostra, che questa fu trattata con qualche sodezza e verità anche a que' tempi, in cui tutto il resto delle scienze era involto nelle tenebre, e nelle frivolezze del gergo scolastico.

Declinazione dell'ago calamitato.

La fisica magnetica gode la prerogativa a nessun'altro ramo delle scienze comune di non avere in alcun tempo sofferti interrompimenti, e sviamenti nella sua cultura. Ne' secoli undecimo e duodecimo, secoli d'ignoranza e d'oscurità, si fece la grandissima scoperta della direzione polare: al principio del decimosesto, quando ancora non conoscevasi la vera fisica, nacque l'altra, anch'essa interessante, della declinazione. Il Tevenot nel suo *Itinerario* (*b*) dice avere veduta una lettera di Pietro Adsiger del 1269, dove si discorre dell'ago, che declinava dal settentrione cinque gradi. Ma se vero è, che allor fosse già conosciuta questa declinazione, e non deggiasi dare piuttosto qualch'altra interpretazione alle parole lette dal Tevenot, d'uopo è dire, che andasse tosto in dimenticanza, poichè non se ne trova poscia menzione alcuna fino al secolo decimosesto. Non so con qual fondamento abbia voluto il Gilberto dare al Cabotto il primato di questa scoperta, che

Primo suo inventore.

(*a*) Ibid.

(*b*) V. Muschembroek *De magnet.* exper. XCVII.

si contenta d'asserire semplicemente (*a*). Il Delisle cita un manoscritto d'un piloto dieppese, chiamato Crignon, che nel 1534 fa parola di questa declinazione. Il Fontenelle narrando la storia delle scoperte in questa parte del Del isle, dice, senz'allegar neppur egli verun fondamento, che il Cabotto fu il primo, che la pubblicasse nel 1549 (*b*). Non so cos'abbia scritto nel 1534 il Crignon, nè che abbia pubblicato nel 1549 il Cabotto; la prima notizia, ch' io ritrovi di tale declinazione è nella *Storia dell'Indie* di Gonzalo Fernandez d'Oviedo del 1535 (*c*), il quale fino dal 1513 a quel tempo per otto volte aveva attraversato l'Oceano, ed era per ciò praticbissimo di navigazioni. Questi parla assai lungamente della direzione polare dell'ago calamitato, e della sua declinazione, e suppone un' assai antica notizia di tale fenomeno, poichè dice queste parole, come leggonsi presso il Ramusio (*d*): „ Si crede, che il
„ diametro, o linea, che stendendosi da polo
„ a polo attraversa in croce la linea equinozia-
„ le, passi per le isole degli *Astori* (*Azzori*),
„ perchè mai non si ritrovano le punte dirette
„ di ferri, e del tutto fisse da mezzo a mez-
„ zo nel polo artico, se non quando le navi
„ o caravelle si ritrovano in quel pareggio, ed

(*a*) Lib. I, cap. I.
(*b*) *Hist. de l'Acad. des Sc.* an. 1712.
(*c*) *Hist. gen. y nat. de la India*.
(*d*) *Delle navigazioni* ec. tom. III.

„ altezza ch' io diceva. E quando di questo ter„ mine escono verso queste parti occidentali, „ maistrezzano ben una quarta; e quando ver„ so levante, gregolizzano un' altra quarta "; e tutto questo, come ognun vede, suppone una lunga serie di molte e replicate osservazioni dopo la prima scoperta di tale declinazione. Questa al principio volevasi credere come cosa accidentale; e il Medina (a) l'attribuiva a sbaglio de' marinaj; e il Nugnez o Nonio la ripeteva da dicadimento di forza sopravvenuto col lungo uso alla calamita. Ma si trovò sempre costantemente verificata, nè potè riferirsi a quelle, nè ad altre accidentali cagioni. Anzi si passò ad assegnare due linee di giusta direzione, una nel capo *delas Agulhas*, e l'altra a Canton nella Cina, e quindi dall'una e dall'altra banda si determinò la declinazione, come poscia diremo. Più certa e più notoria è l'origine della scoperta dell'inclinazione, ch'è un altro fenomeno dell'ago calamitato, il quale non si tiene perfettamente orizzontale, ma s'inchina più o meno dalla punta boreale nel nostro emisfero, e dall'australe nell'altro. Il primo ad osservare quest' inclinazione fu verso il 1576 Roberto Norman, il quale in un suo libro distintamente descrisse e la sua scoperta, e le diligenze, e fatiche, che dovè adoperare per correggerla (b). Così in varie guise s' accrescevano

Inclinazione dell' ago calamitato.

(a) Lib vI, cap. III.
(b) *New attraction* cap. III, IV.

le cognizioni della calamita, e la dottrina magnetica riceveva sempre maggiore illustramento. Infiniti furono in tutto quel secolo i medici, i fisici, i matematici, i nautici, che fecero sperienze, ed osservazioni, immaginarono opinioni diverse, e dotte opere scrissero intorno alla calamita. Quattordici proprietà diverse ne descrive il Cardano scoperte fino al suo tempo (a); e benchè non in tutte s'appiglia alla verità, e dà spesso giusta cagione di riprensione al Porta, al Gilberto, ed agli altri fisici posteriori, che meglio l'esaminarono, mostra nondimeno, che già allora s'era andato assai più avanti nella cognizione della calamita, che non si crede comunemente. Più profondamente s'internò il Porta nell'esame di questa materia. Raccolse eruditamente quante maraviglie potè rinvenire ne' libri, e nelle volgari tradizioni di questa pietra sì portentosa, le mise quasi tutte alla prova, rifiutando con filosofico candore quelle, che non trovava conformi alla verità, e colle replicate sue sperienze, ed assidue speculazioni ne scoprì alcune nuove, che sono poi state accertate da' fisici posteriori; e sebbene qualche difetto in alcune sperienze ed osservazioni lo tenne talvolta lontano dalla verità che cercava, egli può nondimeno riguardarsi come assai benemerito della scienza magnetica, e dovrà rispettarsi come uno de' primi, che ne abbiano

Illustratori del magnetismo.

Cardano.

Porta.

(a) Lib. unic. *De secr.* cap. V.

scritto con qualch' esattezza (a). Il primo vero maestro, il primo fisico realmente esatto, il primo, che abbia ridotto a scientifiche dimostrazioni la dottrina del magnetismo, fu in quello stesso secolo Guglielmo Gilberto. Egli esaminò quella pietra fin dalla stessa sua culla, contemplandola ne' monti, e nelle miniere, che la producono, sminuzzò le sue parti, osservò la sua materia, e ne fece una sottile anatomia. Considerò ad una ad una le sue virtù, nè si contentò di conoscerle all' ingrosso, ma volle distintamente rintracciare la sfera, ed estensione della loro attività, e la maniera, con cui l'esercitano. Inventò nuove sperienze, e nuovi stromenti, e nuovi apparati per eseguirle con esattezza. Paragonò la calamita col ferro, e la forza, che ha sopra questo con quella, che ha sopra un'altra calamita, e l'attrazione della calamita, e del ferro calamitato con quella d'altri corpi, che attraggono; seguì l'ago calamitato in tutti i suoi andamenti, e gli tenne dietro per tutte le parti del mondo per osservare da per tutto quali fossero stati ritrovati i suoi moti, quale la direzione polare, quale la declinazione, e l'inclinazione; in somma riguardò in tutti i suoi aspetti la calamita, l'esaminò con filosofica severità, e diede un' opera, che può dirsi la prima, che siasi scritta in materie fisiche con diligenza ed esattezza degna della mo-

Gilberto.

(a) *Magn. nat.* lib. VII.

derna filosofia (*a*). Ma ciò, che maggior fama guadagnò al Gilberto, fu l' analogìa, che trovò molto perfetta fra la calamita e il globo terrestre; e come formò esattamente della calamita una terra, che chiamò *terrella*, o picciola terra, μικρογη e che abbiamo di sopra detto essere stata già in qualche modo conosciuta nel secolo decimoquarto, e fece in essa varie sperienze, ed osservazioni, che molti nuovi lumi recarono a tutto questo argomento, così volle, che tutta la terra fosse una gran calamita, nella quale pur si vedessero gli effetti magnetici, e con questa mutua analogìa spiegò assai felicemente tutti i fenomeni della calamita, e della bussola. Questa dottrina del Gilberto fu poscia abbracciata dal Galileo; e come tutto nelle mani di questo grand' uomo riceveva maggiori lumi, si vide da lui sposta più brevemente, e con maggiore forza e chiarezza (*b*). Ma dove il Galileo superò di molto il Gilberto fu nell' accrescere la virtù della calamita col mezzo dell' armatura; poichè dove il Gilberto non le aveva potuto dar forza che di sostenere il quadruplo al più del proprio peso, il Galileo giunse a farle sostenere un peso 26 volte maggiore del proprio, ed 80 volte più di quello, che sosteneva senz' armatura. De' quali fenomeni adduce fisiche e chiare ragioni, e contribuisce anch' egli all' illustramento della dottrina del magne-

Galileo.

(*a*) *Tract. de magnete.*
(*b*) Dial. III. *De sist.*

tismo (*a*). Il trattato del Gilberto, e la maraviglia de' fenomeni magnetici, che s'erano resi più conosciuti, e comuni, eccitarono la curiosità di molti fisici a discutere questa materia. Celebri sono distintamente il Cabeo, ed il Kircher, e troppo superiori agli altri scrittori per lasciarli confusi con essi senza particolare rammemorazione. Il Cabeo in un gran volume, dove non asserì proposizione alcuna, che non l'avesse prima fondata su replicate sperienze, fatte anche alla presenza d'altre persone capaci di giudicarne (*b*), espose al pubblico tutte le maraviglie della calamita, sì per riguardo alla direzione polare, che rispetto all' attrazione; le verificò con nuove sperienze, e con nuove osservazioni, o fatte da lui stesso, e procuratesi da molt' altri, contemplò attentamente la natura di quella pietra, e vi ricercò la cagione de' suoi fenomeni, esaminò tutte le opinioni, corresse, e migliorò molti sperimenti, ed apparecchj del Gilberto, e d' altri n' inventò alcuni nuovi, che gli parvero più opportuni e più esatti, e fece un' opera, che ancora dopo il trattato del Gilberto venne rispettata come opera originale (*c*). Vasta erudizione, estese corrispondenze, letterarj viaggj, ingegnosa industria, indefessa laboriosità presentarono al Kircher molte curiose ed utili novità ancor dopo tante scoperte de' fisici an-

Cabeo.

Kircher.

(*a*) *Lettera al Signor Curzio Pichena.*
(*b*) Praef.
(*c*) *De magnet. philos.*

teriori. Sperienze nuove, inuditi risultati, fenomeni ancora non osservati, verità male intese da altri, errori vanamente abbracciati, e mille paradossi, e mille curiosità seppe egli ritrovare nella contemplazione della calamita; e la vivace e capricciosa sua fantasia gli formò un calcolo magnetico, una geometria, una statica, un' astronomia, una magia naturale, una geografia, una nautica, tutto magnetico, innalzò un amplissimo edifizio di tutte le scienze su' fondamenti della calamita, e fabbricò un mondo magnetico con magnetismo negli elementi, ne' misti, nelle piante, negli animali, ed in ogni cosa, e da per tutto sparse nuovi lumi di vera fisica in mezzo a' lampi d' una bizzarra immaginazione, e ad alcuni errori di vecchia preoccupazione (a). Colle fatiche, e colle speculazioni di questi, e d' infiniti altri dotti fisici e matematici, che tutti allora trattavano questa materia, si scoprirono molte virtù della calamita, e molti fenomeni dell' ago calamitato riguardo alla direzione polare; ma quella portentosa pietra era sì feconda di maraviglie, che, come dicevano gli accademici fiorentini, era molto più certamente dello scoperto ciò che rimaneva ancor da scoprire (b). Nelle stesse scoperte fatte da questi, e da altri fisici anteriori, o contemporanei v' era anche molto da verificare; la finezza de-

(a) *Magnes sive de Art. magnet opus tripartium*.

(b) *Saggio* ec. Parte II. *Esp. della Calamita*.

gli stromenti, l'esattezza delle sperienze e delle osservazioni, e l'accortezza e riservatezza nelle conclusioni, che que' fisici adoperarono, erano bensì lodevoli, ed anche maravigliose per que' tempi, ma non potevano essere tali, che dovessero appagare la scrupolosa severità de' moderni. Non ardirono d'entrare in questa provincia gli accademici fiorentini, che pure sarebbono stati i più capaci d'illustrarla felicemente, e si contentarono di fare soltanto tre o quattro sperienze, a cui furono condotti dal caso, o da qualche mira particolare (a). Ma queste riuscirono sì eleganti, e sì esatte, che non disdegnò il dilicatissimo Muschembroek di prendere per norma il lor metodo, com' egli stesso confessa (b). Il Boile, il Poliniere, e gli altri fisici sperimentali vollero tutti maneggiare la calamita, e verificarono bensì alcuni fenomeni, e diedero alcuni lumi a quella materia, ma non giunsero a produrvi tali scoperte, che in quell' abbondanza di maraviglie meritassero particolare celebrità. La reale Società di Londra, e l'Accademia di Parigi presero come uno de' principali oggetti delle letterarie loro fatiche l'illustrazione del magnetismo; e sperienze, ed osservazioni su la calamita, e sul ferro calamitato, su l'attrazione, e su la direzione polare occuparono lo studio, e le fatiche di molti accademici, e fermarono spesse volte l'attenzione di quelle dotte accademie, i cui atti sono pieni

Accademia del Cimento.

Accademici di Londra, e di Parigi.

(a) Ivi.
(b) *Tentam.* ec. *Addit.*

d' osservazioni, di memorie, di notizie, di riflessioni su' fenomeni magnetici, e su le loro cagioni, che hanno messo in molto miglior lume questa materia, e che servono di direzione, e di guida a quanti cercano d'illustrarla. Ma se ben è vero, che tutti i fenomeni del magnetismo sono tanto maravigliosi, e fecondi di nuove scoperte, che possono giustamente meritare le più diligenti disquisizioni de' fisici, ciò non pertanto la direzione polare ha recati tanti vantaggi alla navigazione, e diviene sì interessante per la società, che ad essa più che a tutte le altre hanno principalmente rivolte i filosofi le loro speculazioni. L' Allejo sopra tutti gli altri merita in questa parte la grata riconoscenza de' fisici, de' nautici, e di tutta l'umanità. Quanti viaggi, e quante veglie, quante fatiche, quante ricerche, quante meditazioni non ha egli impiegate per ben conoscere le variazioni, che soffre l'ago calamitato? La grande utilità di questo nella navigazione nasce dalla sua direzione verso il polo; ma questa direzione come abbiamo detto, non è sempre giusta, trovandosi quasi da per tutto declinare più o meno, e soltanto in una o due linee essere esente di declinazione. Pure, se la declinazione fosse costante, si potrebbe con sicurezza correggere, nè recherebbe alcun pregiudizio alla sicurezza della navigazione; ma i fisici più diligenti trovarono in essa diversi cambiamenti, e nelle stesse variazioni notabilissime varietà. D' uopo era dunque cercar di conoscere tali variazioni, poterle in qualche modo calcolare, e fissare, e

Allejo.

mettersi in grado di correggere la declinazione, e malgrado le incostanti sue variazioni sapere in qualunque luogo determinare col mezzo dell' ago la vera situazione, dove allor si ritrova l' osservatore. A quest' ardua impresa s'accinse coraggiosamente l' Allejo. Da un infinito caos d'osservazioni per mare e per terra, proprie, e d' altrui, formò un sistema, abbozzato bensì solamente, ed imperfetto, ma che servì nondimeno per regolare gli studj de' fisici, ed anche le osservazioni de' naviganti (a). Distese una carta geografica, nella quale segnò una linea esente di declinazione non meridiana, nè circolare, ma curva irregolare, che abbraccj tutto il globo terrestre, e che sia il termine donde contar si deggiano le declinazioni orientali ed occidentali; e poi sparse dall' una e dall' altra banda molt' oltre curve co' loro numeri per indicare i gradi di declinazione, che soffre l' ago in que' luoghi. Questa carta di magnetica geografia fu fatta pel 1700. nè poteva adattarsi intieramente ad altri anni, se non colle debite riduzioni. Voleva per questo l' Allejo stabilire un periodo del corso di tale declinazione. L' incertezza, e incostanza di quelle variazioni, e la poca sicurezza delle precedenti osservazioni non gli permettevano di fissarlo colla conveniente giustezza. Il Philips aveva immaginato un periodo di 370 anni per questa rivoluzione; ed altro il Bond di 600 (b): l' Allejo credè doverlo di-

---

(a) *Phil. trans.* num 148.
(b) *Treatise long found.*

stendere a 700., ma sempre con dubbietà ed incertezza. Grand' impressione fece in tutta l' Europa il sistema dell' Allejo. Il la Hire, ed altri accademici sperarono di trovar nuovi lumi per l' investigazione delle cagioni delle variazioni magnetiche; e facendo su una *terrella* di 100. libbre di peso, e d' un piede di diametro tutte le sperienze della direzione polare, crederono poter attribuire quelle variazioni a' diversi ammassi magnetici, che si ritrovano nel globo terrestre (*a*). Le osservazioni de' fisici, e de' marini furono co' lumi dell' Allejo più diligenti ed accurate; si cercò di dare alla bussola ed all' ago maggiore finezza (*b*), e s' introdusse nella fisica magnetica una notabile rivoluzione. Grande fu la scoperta, che fece poco di poi il Dellisle, d' una nuova linea esente anch' essa di declinazione, che apportò a' fisici nuovo cambiamento d' idee su le variazioni dell' ago (*c*). Colla meditazione su otto giornali di piloti diversi dovè in parte riformare il sistema dell' Allejo per riguardo alle variazioni di nord-ovest di quà dalla linea; e di nord-est di là dalla medesima. Ma su le osservazioni d' un vascello francese, che si recò alla Cina pel mare del sud, trovò una linea esente di declinazione, che non è una curva irregolare, come l' allejana, ma at-

Dellisle.

(*a*) *Acad. des Sc.* an. 1705, 1708, ec. ec.
(*b*) *Trans. phil.* n. 320, 371 ec. *Acad. des Sc.* an. 1705,, 1708. ec.
(*c*) *Hist. de l' Acad. des Sc.* an. 1710. e 12.

traversa il mare del sud da settrione a mezzogiorno come una meridiana. L'Oviedo fissò la linea senza declinazione nelle Azzori (a); poi si trovò una tale linea pel capo *de las Agulhas*, presso il capo di *Buona-Speranza*, e per Canton nella Cina. L'Allejo la collocò nelle Bermude per una parte, e per l'altra in una linea 100 leghe lontana da Canton. Il Dellisle pensò, che la stessa linea, che l'Allejo faceva passare per le Bermude al suo tempo, fosse passata nel 1600 pel capo *de las Agulhas*, e per Canton quella, che egli seguava 100. leghe di là lontana; onde mentre la prima si moveva da levante a ponente, quest' ultima al contrario si sarebbe lentamente recata verso l' oriente. Quindi passa a sospettare, che la linea, che si osservava traversare allora il mare del sud, fosse altra volta passata per le Azzori, e si fosse mossa da levante a ponente. La linea delle Bermude aveva al levante la declinazione di nord-ouest, ed al ponente di nord est, ed al contrario affatto quella della Cina. Ma la linea del mar del sud aveva da tutte due le parti la declinazione di nord est. Il Bellin 1757 fece parimente una carta delle variazioni magnetiche, alla quale hanno data in questi dì maggiore celebrità le dispute del Monnier, e del Cook; e che gli spagnuoli, che nel 1785, 1786 fecero il viaggio allo stretto di Magallanes; con diligenti e replicate sperienze trovarono assai esatta nelle immediazioni della linea; ma non co-

(a) *Hist.* ec. lib. II., c. XI.

sì ne' siti meno vicini (*a*). Mille altre osservazioni, e mille nuove riflessioni facevansi da' fisici e da' matematici, che alcune novità, e differenze introducevano nel sistema dell' Allejo, ma che spesso anche servivano a confermarlo; e certo è, che la dottrina allejana è stata, e si può dire ch' è ancora la guida degli studiosi di questa materia. La direzione polare dell'ago doveva aver qualche relazione colle longitudini; l'inclinazione del medesimo sembrava averla colle latitudini, ed alcuni anche volevano risolvere colla medesima il problema delle longitudini. Le macchine per l' ago inclinatorio inventate dal Graam, e d'altri ingegnosi, ed istrutti artefici, e le molte osservazioni fatte dal Noell, dal Pound, e da altri parecchj provano l' impegno, che i buoni fisici avevano di ben conoscere l' inclinazione dell'ago. Questo studio questi pensieri, queste ricerche su l' inclinazione, e su la declinazione dell' ago non toglievano, che non si occupassero eziandio i fisici nel rintracciare gli altri fenomeni della calamita; e infatti per tutto ciò, che risguarda le attrazioni magnetiche l' Hauhsbeo, il Tailor, il Whiston, e parecchj altri nuove macchine, e nuove sperienze inventarono, e discoprirono nuove e curiosissime verità (*b*). Ma il più pieno, più esatto, e più istruttivo trattato su tutti i punti della calamita è la lunga dissertazione, che

Declinazione dell' ago.

(*a*) *Relac. del ult. Viage al Estrecho de Magallanes* part. I. pag. 12.

(*b*) *Trans phil.* n. 335, 368, al.

ci ha lasciata su la medesima il Muschembroek (a). Egli è realmente un nobile vanto di quell' insigne olandese, che in qualunque materia, che ha preso a trattare, abbia saputo trovare interessanti novità, e che in ciascuna deggia essere riconosciuto da tutti come il supremo oracolo, alle cui decisioni bisogna arrendersi; ed è poi non minore vantaggio della fisica, che a quasi tutte le sue parti abbia egli rivolte le ingegnose, e instancabili sue ricerche. La dottrina magnetica dèe a lui certamente infiniti lumi, ed ancor dopo le fatiche di tanti illustri fisici, e nautici, che tanto ebbero a cuore il rischiarimento delle magnetiche proprietà, dal Muschembroek riconosce principalmente il suo lustro, da lui riceve la consistente e sicura sua sodezza. Che ingegno, che industria, che arte, che pazienza, e laboriosità nell' inventar tanti, e sì utili stromenti ed apparecchi, nell' immaginare ed eseguire sì sottili e dilicate, sì opportune e decisive sperienze ed or distruggere un radicato pregiudizio, ora stabilire un' incerta, o vacillante verità, or rinvenirne una nuova da nessuno subodorata, or fare nuove originali scoperte, or trovar nelle altrui notabili miglioramenti, e recare da per tutto novità, scoperte, lume, vigore, saldezza, e stabilità! L' attrazione della calamita e del ferro, le materie attratte, la forza dell' attrazione, la sfera,

Muschembroek.

(a) *Dissert. de Magnete.*

e la direzione della sua attività, le malattie, per così dire, della calamita, ed i suoi rimedj, la direzione polare, la declinazione, l'inclinazione, l'armatura della calamita, la costruzione dell'ago, quanto appartiene a queste materie, tutto viene da lui trattato coll'impareggiabile sua diligenza e maestria; tutto è arricchito di nuovi, e più fini stromenti, tutto è illustrato con nuove e più acconcie sperienze; nè si può toccare punto alcuno del magnetismo, in cui non bebbasi ricorrere a' lumi del Muschambroek, e consultar il sacro e verace oracolo della sua dissertazione.

Miglioramenti della bussola.

Pur nondimeno ancor dopo questa hanno trovato i fisici nella calamita soggetto d'interessanti ricerche, e si è veduta l'immensa fecondità del magnetismo, che non potè venire esaurita dalla diligenza di sì gran fisico, dalle fatiche d'un Muschembroek. Il miglioramento della bussola era il grande oggetto, che chiamava l'attenzione di quanti potevano contribuirvi co' loro lumi. Qualche cosa abbiamo altrove toccato su questo punto (a); ma riservanduci al presente Capo, come al proprio suo luogo, il riportarne ulteriori notizie allora non accennate.

Compasso di variazione.

Il compasso di variazione per osservare in mare la declinazione dell'ago abbisognava ad un medesimo tempo di due osservatori, che precisamente al levare o al tramontare del sole facessero contemporaneamente nello stesso mo-

(a) Lib. I, cap. VII.

mente due diverse osservazioni: ed era difficile, che due osservatori in mezzo a' moti della nave s'accordassero perfettamente nel momento dell' osservazione, nè era possibile trovarsi tutti i giorni in situazione di vedere distintamente il levare o il tramontar del sole. L'importanza della materia indusse l'accademia di Parigi a proporre un premio per la dovuta correzione di que' difetti. Li conobbe praticamente il Condamine in una navigazione per le coste di Barberia e di Levante nel 1730; e però nel 1733. propose di farvi alcuni cambiamenti, onde un solo osservatore potesse eseguire ad uno sguardo tutta l' operazione, e ciò in qualunque situazione della nave, ed a qualunque ora del giorno, eccettuato il punto preciso del mezzo dì. Nell' anno seguente fece il Godin a questo compasso del Condamine una semplicissima addizione, colla quale lo rese acconcio per poter osservare la declinazione a tutte l' ore, non sol del giorno, ma altresì della notte. Altra correzione propose il Meinier; ed altri fisici e matematici inventarono altri miglioramenti al compasso di variazione, ed all' ago calamitato, e diedero nuovi lumi alla dottrina del magnetismo. Più strepitosa rivoluzione sentì questa verso la metà del presente secolo colle nuove invenzioni su le calamite artifiziali. Il desiderio d' accrescere la forza direttrice dell'ago fece studiare la maniera di comunicare al ferro forza maggiore che non gli era stato ancor data coll' ajuto delle migliori calamite. Il Knight inventò allora le sue sbarre magnetiche, e la calami-

Calamite artifiziali.

Knight.

te artifiziali, che senza contatto alcuno della calamita acquistarono una forza superiore a tutte le calamite, ed a tutti i ferri calamitati. L'importanza, e la singolarità dell' invenzione eccitò la curiosità di tutti i dotti: il Folkes, e il Jones, a cui egli ne fece parte, vollero presentarla alla reale Società di Londra; questa diede ne' suoi atti un estratto onorifico delle operazioni del Knight (*a*); e tutta la nazione prendeva molto interesse in questa vantaggiosa scoperta. Vedevansi pezzetti d' acciajo di forza e maggiore, e più durevole degli altri, che per l' avanti si conoscevano. Non v' era d' uopo d' avere una buona calamita, e risparmiavansi però le ricerche, e le spese, che costava frequentemente il suo acquisto. Potevansi adoperare verghe d' acciajo perfettamente duro, e schivare così la pena di dover cambiare spesse volte nelle navigazioni l' ago della bussola; e se mai aghi di tale nuova forma avessero bisogno di essere ritoccati ciò poteva eseguirsi con somma facilità; mentre al contrario vediamo nel Muschembroek quanto fosse lungo e brigoso il calamitare perfettamente i soliti aghi. Tutti questi vantaggi accendevano nel pubblico maggior ardore d' essere al fatto dell' artifizio di tali spranghe calamitate; ma il Knight ne faceva un mistero, nè voleva svelare ad alcuno il suo interessante secreto. Intanto il le Maire in Parigi fabbricava senza verun arcano calamite artifiziali

---

(*a*) *Trans. phil.* an. 1746.

assai più forti delle comuni, coll' attaccare la spranga d' acciajo, che voleva calamitare, sopra un' altra del medesimo metallo; e il Duhamel gli era spesse volte compagno in questa semplicissima operazione, e testimonio de' sorprendenti suoi effetti. Due spranghe del Knight, come due preziose reliquie capitarono poscia in Francia, una al Reaumur, e l' altra al Buffon, e queste richiamarono al Duhamel la memoria delle calamite artifiziali del le Maire. Si provò tosto in compagnia di questo a fare sperienze del suo metodo in alcune lame, o punte di spada di grandezza diversa, collocando l' una sopra dell' altra alla maniera del le Maire; la picciola lametta attaccata ad altra maggiore guadagnava forza attrattiva, mentre al contrario la grande ne perdeva, accrescevasi notabilmente la forza della lama calamita con questa operazione, e vari altri fenomeni vedevansi con sorpresa de' dotti fisici. Dopo tali sperienze del Duhamel formò il le Maire una calamita artifiziale, che portò ancora più avanti la forza magnetica, e ch' essendo composta di 36. spranghette, che tutte insieme pesavano sei libbre, tirava un peso di libbre 45. (a). Nuove notizie su le calamite del Knight stimolarono il Duhamel a farvi nuove ricerche, e in compagnia dell' Antheaume, dotto fisico, e versato nel perfezionamento delle bussole, intraprese nuove sperienze. L' esito corrispose felicemente alle loro brame, e

Duhamel.

Antheaume ed altri.

(a) *Acad. des Sc.* an. 1745.

col nuovo processo, e colla nuova operazione, che inventarono per le calamite artifiziali, giunsero a dare ad esse una forza uguale, e forse ancor superiore e quella delle sbarre calamitate del Knight (a). Altro metodo per fare le calamite artifiziali inventò il Michell (b); altro il Canton (c), altro l' Epino (d), ed altri fisici, e meccanici, e s' è venuto così sempre più accrescendo la virtù magnetica, se si sono recati viemaggiori lumi alla magnetologìa. Quale onore non è stato per questa il vedersi studiosamente trattata non solo da' più illustri fisici, ma dal Lambert (e), dall' Eulero (f), da Daniele Bernoulli (g), da' più sublimi geometri, da' principi delle matematiche? Il Bernoulli singolarmente merita la riconoscenza degli studiosi fisici, perchè oltre l' avere illustrata con sottili calcoli tutta la dottrina del magnetismo, e particolarmente la teorìa dell' inclinazione dell' ago, s' adoperò anche meccanicamente a questo fine inventando uno stromento per meglio osservare la medesima inclinazione, che ha poi

---

(a) *Acad. des Sc.* 1750.
(b) *Methode pour faire des aim. artif.*
(c) *Maniere de faire des aim. art. sans se servir des natureles.*
(d) *Diss. sur les aiguilles de bussole. Nov. Comment. Petr.* tom. VII. al.
(e) *Acad. de Berlin* tom. XXII.
(f) *Acad. de Berlin.* tom. XIII. *Diss. magn.*
(g) *Journ. des Savans* an. 1757. al.

servito a preferenza di tanti altri a regolare le delicate osservazioni de' fisici posteriori (a). Il magnetometro del le Roi (b), e le sperienze del Blondeau (c), le osservazioni del Duhamel, e del Cotte (d), i calcoli del Coulomb (e), e principalmente le sperienze, i ragionamenti, le teorie, e le scoperte dell' Epino (f), e del Lous (g) ci darebbono copioso argomento d'eruditi e lunghi discorsi, se la stessa copia, e ricchezza non ci obbligasse a contentarci di rammentare soltanto i nomi de' loro autori, e commendare in generale il loro singolar merito, senza poterci diffondere distintamente in quelle lodi, che le dotte loro fatiche giustamente richiedono.

Ma come nondimeno rimanerci di fare particolare commemorazione delle indefesse ricerche, delle profonde speculazioni, delle infinite scoperte, che le sperienze, lo studio, l'industria, e l'ingegno del van Swinden hanno pro- *Van Swinden.*

(a) *Acad. Hélv.* tom. III. *Acad. Petrop. Nov. Comm.* tom. XIV.; *Observ. magnet.*

(b) *Mém. sur les montres marines.*

(c) *Mém. de l' Acad. de marine* tom. I.

(d) *Traité de météor.*

(e) *Mém. ec. présent. a l' Acad. des Sc. par divers Sav.* tom. IX.

(f) *Tent. Theor. electr. et magnet., Acad. Petrop. Comm. nov.* tom. IX, X, XII, al.

(g) *Vent. exper. ad comp. naut. perf.*

dotto alla magnetologia (*a*)? Quell'illustre olandese, quell' istancabile fisico, quel degno successore del Muschembroek nell' onorare la fisica e la sua nazione esaminò i fenomeni dell' ago magnetico con una diligenza, sottigliezza, e perspicacità, di cui la storia delle scienze ci dà pochissimi esempj. Vuolle egli calcolare il moto degli aghi calamitati? Esamina i principj, di cui si dee far uso per tale calcolo; e gli applica ad ogni sorta di aghi, agli aghi, il cui asse prolungato passa pel centro del moto, agli aghi che non hanno che due poli, a quelli che n' hanno più, agli aghi posti perpendicolarmente fuori del centro del moto, ad altri positivi obbliquamente, agli aghi lineari, alle lame, e a' composti di molti simili aghi, agli aghi divergenti, agli aghi curvi, e agli aghi d' ogni maniera, e in tutto adopera esatti calcoli, replicate sperienze varie osservazioni, sodi ragionamenti. Esamina il ferro, e l' acciajo, di cui deono farsi gli aghi, il metodo di calamitarli, d' esaminare dopo calamitati la forza de' poli, il loro numero, e la situazione del centro magnetico, la maniera di sospenderli nelle bussole, e d' assicurarsi, che sieno nel vero meridiano; ed in somma quanto può risguardare gli aghi magnetici, tutto viene da lui pesato, e cribrato colla più scrupolosa, e dilicata accuratez-

---

(*a*) *Tent. Theor. Math. de Phoenom magnet.*; *Rechereb. sur les aiguilles aimantées* tom. VIII. *Mém.* ec. *prés. à l' Acad. Royale des Sc.* ec. al.

za; tutto egli volge, e rivolge in tutti gli aspetti, in tutto presenta sinceramente la dottrina degli altri fisici, conferma, o corregge, riforma e migliora le loro osservazioni, i loro metodi, i loro sentimenti, inventa nuovi metodi, nuove sperienze, nuovi stromenti, propone nuove teorìe, e nuove leggi, e discute a fondo, e pienamente tratta, e maestrevolmente spiana, e dispiega quanto può contribuire ad illustrazione del suo argomento. Le variazioni dell'ago sono state il soggetto delle osservazioni, delle veglie, e fatiche de' moderni fisici. Sono curiose le osservazioni dello spagnuolo don Felice Cepeda, riportate in un'opera francese stampata anni addietro in Parigi (*a*), fra le quali si vede essersi osservato, che cresce la declinazione dell'ago nelle ecclissi solari, non nelle lunari. Il Cotte vuole, che l'Evelio sospettasse già nel 1682 qualche variazione diurna della declinazione dell' ago (*b*). Del 1682 appunto riporta il Muschembroek le prime osservazioni di quella, non già dell'Evelio, ma del Tachard, e d' altri gesuiti nel regno di Siam (*c*). Non sono queste assai sicuro monumento per asserire a que' dotti missionarj la prima cognizione di tale fenomeno. Più chiara si mostra questa nelle osservazioni del Poleni, il quale osserva,

Variazioni dell' ago.

(*a*) *Espagne l' litterarie* ec.

(*b*) *Mem. pour servir de suppl. au Traité de Méteor*.

(*c*) *Diss. de magn.* pag. 156.

rienze, nè dimostrazioni, con sole parole oscure e vane, senza verun vantaggio della filosofia. Ma l'or citato Gilberto spiegò la virtù di questi corpi, e la scoprì anche in molti altri. L'applicò non solo ad attrarre le paglie, ma tutti i corpi sensibili e sodi, osservò molte circostanze interessanti, fece opportune sperienze, e cominciò a formare un ramo di fisica della dottrina dell'elettricità (a). Infatti il Cabeo dopo di lui trattò più lungamente questa materia; accrebbe il numero de'corpi elettrici, trovò molte ragioni di differenza fra le attrazioni elettriche, e le magnetiche, e riformò in alcuni punti la dottrina del Gilberto (b). Il Paulian (c) si lamenta degli storici dell'elettricità, perchè non hanno dato il suo luogo a Cartesio fra' primi fisici elettricisti; ed egli infatti varie nozioni gli attribuisce originali, e giuste, che gli danno ogni diritto per collacarlo fra'primi maestri dell'elettricità (d). Ma oltre i meriti del Cartesio riferiti dal Paulian potremo forse con uguale diritto dargliene un altro, e derivare da lui il principio delle due elettricità, *resinosa*, e *vitrea*, sposto poi dal du Fai, e da molt' altri fisici; perciocchè avendo egli spiegata la maniera d'operare dell'ambra, cera, resina, e d' al-

Cabeo.

Cartesio.

(a) Ibid.
(b) *Magnet phil.* lib. II. cap. XVII, e al.
(c) *Syst. gen. de phil.* tom. IV.
(d) *Lettr. huit. sur l' Electric.*

tri corpi oleosi (*a*), dice, che tutt' altro accade nel vetro, ed entra a cercare in esso la cagione dell'attrazione (*b*). Alcune sperienze fecero di poi gli accademici fiorentini (*c*); e parecchie più il Boile, il quale le variò in molte guise, ritrovò molte nuove verità, e ridusse ad una più giusta dottrina la teoria dell'elettricismo (*d*); Ma forse dee ancor più questa scienza al Guericke, poichè egli lavorò una palla di zolfo, colla quale potè meglio eseguire le sperienze, e diede con essa una macchina elettrica, la prima che siasi veduta da' fisici, e che ha poi potuto servire di modello a tant' altre macchine più; e più perfette. Gli antichi, ed anche i moderni conoscevano soltanto ne' corpi elettrici l' attrazione: il Guericke fu il primo a scorgere la scintilla, e il picciolo strido, che poi sentì più chiaramente il Wall, benchè nè l'uno, nè l' altro n'avessero ancora formata una giusta idea, e fece alcune altre scoperte, che non sono state riconosciute da' fisici, che molt' anni dipoi (*e*). Ad onore dell'elettricità possiamo contare fra' suoi coltivatori il gran Newton, al quale dobbiamo l' osservazione de' varj movimenti de' piccioli corpiccinoli attratti dal vetro elettrizzato, e quindi dell' attrarre, che

Guericke.

Newton.

(*a*) *Princ.* IV, CLXXXIV.
(*b*) Ivi CLXXXV. ec.
(*c*) *Saggio* ec. part. II; *Esper. dell' Ambra* ec.
(*d*) *De mech. electr. product.*
(*e*) *Exper. Magdeb.* lib. IV, cap. XV.

fa il vetro tai corpicciuoli pel lato opposto, e una qualche idea d' un fluido elastico trasmesso da'corpi elettrici (a). Ma chi incominciò a rendere veramente scientifica la dottrina dell'elettricità fu nel principio del presente secolo l' Hauksbeo. Egli esaminò in varj corpi la diversa loro virtù elettrica, formò globi di vetro, di resina, di zolfo, e d'altre materie elettriche, e trovò nel vetro, come aveva già prima osservato il Cartesio, la virtù più forte, ed attiva, che in tutti gli altri; fu il primo a dare una chiara idea della luce, e delle scintille de' medesimi corpi, e distinse in essi l' attrazione, e la ripulsione, la proprietà d' attrarre, e quella di spander lume, e la differenza de'globi vuoti, e de'pieni d' aria; prese molti nuovi oggetti nelle sue speculazioni, produsse molte nuove scoperte, ci diede molte curiose osservazioni, e fece cambiare d' aspetto tutta l'elettricità (b). Pure l' Hauksbeo non giunse a conoscere la comunicazione dell' elettricismo, nè a distinguere i corpi elettrici per sè stessi, e gli elettrici per comunicazione: il Grey soltanto nel 1727 osservò, che si comunicava ad ogni lunghezza rapidissimamente l' elettricità, e dopo qualch' anno discoprì anche, che non a tutti i corpi comunicavasi, e che bisognava isolarli: o tenere su' corpi idioelettrici quelli, a cui

Hauksbeo.

Grey.

(a) *Optic.* quest. xxII ec. V. Birks *Hist. of the Soc.* vol. III.

(b) *Physico Mech. exper.*

si volesse comunicare; ritrovò altresì, che a' corpi animali, agli uomini, ed a tutti gli altri si comunica l' elettricità; trovò la maniera di conservare per molto tempo l' elettricismo; e fece in somma sperienze, ed osservazioni da potervi formare una qualche teoria (a). Meglio riuscì in questa parte il suo contemporaneo du Fai, il quale stabilì il principio, che i corpi elettrici attraggono quelli, che non lo sono, e li risospingono tosto che colla vicinanza, o col contatto degli elettrici lo divengono anch' essi. Il medesimo credè di avere scoperto un altro principio di due specie d' elettricità, una vitrea, e l' altra resinosa, e sebbene questa sua scoperta non venne allora abbracciata da' fisici, e rimase poscia abbandonata da lui stesso, e dagli altri fisici posteriori, gli fu nondimeno occasione di fare molte curiose osservazioni su l'elettricità differente de' diversi corpi idioelettrici, e venne poi anche dopo alcuni anni rinnovata dal Symmer, e da molt' altri (b). Fra le molte e varie scoperte del du Fai la più strepitosa fu quella di ricavare la scintilla elettrica dagli uomini, e dagli animali. Il Grey aveva trovato in essi la comunicazione dell' elettricità, ma soltanto provandola coll' attrazione, e con altri segni, senza pensare alle scintille: il du Fai, che aveva per ajutante, e compagno nelle sperienze il Nollet, fu il primo a ricavare le scintille dagl' animali, e dall' uomo (c). Qual

Du Fai.

(a) *Phil. trans. abrég.* vol. VI, VII, al.
(b) *Lettr. de Franksin* p. 25 ec. ec.
(c) *Acad. des Sc.* an. 1733, 1734. al

dolce sorpresa, quale inaspettato piacere per que'due attenti sperimentatori! Qual maraviglia per tutta la colta Europa! quale rivoluzione d'idee pe' dotti fisici! quale gloria, qual vanto, qual rinomanza per la dottrina ancor nuova, vacillante, ed oscura dell' elettricità! Più, e più scoperte facevano ogni giorno il Grey, e il du Fai, e tante novità, e maraviglie, che dalle loro sperienze venivano, invitavano tutti i fisici a studiare con avidità questo punto. Il Desaguliers colla solita sua accuratezza replicò le sperienze inventate dagli altri, ne fece altre sue, e assicurò, e mise in chiaro molte leggi, e molti principj, che hanno regolata anche posteriormente la dottrina dell' elettricità (*a*). Il Boze, l' Allaman, il Watson, ed alcuni altri immaginarono miglioramenti alla macchina, inventarono nuove sperienze, ed arricchirono questa parte della fisica con nuove verità (*b*) Non poteva una materia sì luminosa guardarsi con occhio indifferente dal gran fisico Muschembroek; ed egli infatti vi arrecò un singolarissimo vantaggio coll' invenzione, che alcuni attribuiscono al Cuneus, o almeno colle sperienze della famosa *boccia* detta *di Leida*, accumulando pel suo mezzo molto maggiore elettricità, producendo oltre l' attrazione ed il lume molto più vivo una gagliarda, ed inaspettata percossa, e facendo così cambiare d' aspetto, ed acquistare nuove forme, e maggior forza, ed attività a

Boccia di Leida.

Muschembroek, ed altri.

(*a*) *Trans. phil.* an. 1741, 1742, al.
(*b*) Priest. *Hist. de l'electr.* tom. I.

tutti i fenomeni elettrici. Gran rivoluzione cagionò nelle idee de' fisici quella boccia, e la singolarità del fenomeno agitò molto i loro ingegni per farli pensare a nuove sperienze, e ricercar nuovi risultati. Il Nollet singolarmente che s' era già fatto conoscere per le sue osservazioni, e teorìe elettriche, colse avidamente questa nuova maraviglia per distendere più le forze, e la fama della sua diletta elettricità. Egli pensò a far sentire a centinaja di persone ad una volta la scossa elettrica, che il Muschembroek non seppe dare che ad una sola. Egli comunicò agli uccelli, e ad altri animali la medesima scossa, e giunse a darla sì forte da torli con essa di vita. Egli trovò, che introducendo il conduttore dentro un vaso di vetro vuoto d' aria si produceva il medesimo, e forse anche maggiore effetto che nella sperienza di Leida, e con questo non meno che cogli altri sperimenti recò molto maggior lume alla teorìa di quel fenomeno. Oltre il Nollet si distinse in simili sperienze il medico le Monnier; e dopo aver provata la comunicazione quasi istantanea dell' elettricità nella distanza di più miglia in mezzo ad alberi, a terreni diversamente lavorati, all' acqua, e ad altri corpi, provò, che la sola condizione veramente generale per comunicare l' elettricità è l' avvicinamento d' un corpo attualmente elettico (a). Gli inglesi Watson,

(a) *Acad. des Scien.* an. 1746.

Bevis, Wilson, ed altri contribuirono parimente al maggiore lustro di questo fenomeno: inventarono miglioramenti per l' armatura della boccia, variazioni delle sperienze per gli effetti diversi, e mille nuove scoperte su la comunicazione dell' elettricità per terra e per acqua, per siti umidi, e per siti intieramente secchi senza vicinanza alcuna dell' acqua, su l'istantaneità di detta comunicazione, e su altri punti curiosi; e tutto ciò provarono con sì esatti metodi, e con isperienze fatte talmente in grande, che recarono maraviglia, non che agli altri elettricisti, all' istesso inventore di quella sperienza, il Muschembroek (*a*). Tutti questi, e molt' altri fisici non solo fecero sperienze, e procacciarono nuovi lumi sul fenomeno della rinomata boccia di Leida, ma studiarono altresì profondamente, ed illustrarono gli altri punti dell' elettricità. La scoperta di essere i tubi o globi di vetro solamente motori, o determinatori della forza elettrica, la circolazione completa della materia elettrica, la differenza delle atmosfere de' corpi pel libero passaggio della medesima, ed alcune altre scoperte resero celebri i nomi del Waston, e del Wilson nella storia dell' elettricità. Il le Monnier trovò la comunicazione dell'elettricità non in ragione delle masse, ma bensì delle superficie, ed anche delle figure (*b*). Il Boulanger con molta diligenza, ed

---

(*a*) Wilson *Essai; Lett. al Phil. trans. abrig.* vol. x.

(*b*) *Acad. des Scien.* an 1746.

esattezza determinò in differenti materie il grado maggiore, o minore d'elettricismo, di cui erano suscettibili. Il Miles, lo Smeaton, il Gordon, ed altri parecchj arrecarono nuovi lumi su tutti questi argomenti; noi rimettiamo i lettori alla *Storia* del Priestley, che distintamente gli spiega tutti (*a*), e ci fermiamo soltanto a riguardare distintamente il principe degli elettricisti, il famoso Nollet. Non fatica, non ispesa, non briga, nè difficoltà poterono trattenere il Nollet dal discutere profondamente ogni punto appartenente all' elettricità. Non v' ha sorta alcuna di sperienza, ch' egli non abbia tentata; non v' ha questione, a cui non abbia apportato qualche lume; nè scoperta, che non gli deggia rischiarimenti od ampliazioni, ed in cui non abbia avuta qualche parte; e il Nollet sì nelle sue proprie scoperte, che nelle altrui fu a ragione rispettato come il primo dottore, e maestro dell' elettricità (*b*). Odore, calore, atmosfera, attrazione, scintille, scosse, evaporazioni, tutto egli osserva con replicate e varie sperienze, esamina l' elettricità ne' fluidi e ne' solidi, ne' fossili, ne' vegetabili, e negli animali, ne' corpi elettrici per sè, e negli elettrici per comunicazione, considera distintamente tutti gli effetti, riflette alle più picciole circostanze, e da per tutto spande i lampi dell'acuto suo ingegno, e lo splendore del sublime suo

Nollet.

(*a*) *Hist. de l'electr.* prem. part., period. VIII.
(*b*) *Recherch.* ec. *Lettr. Leçon de phys.* ec.

sapere. Egli spose le prime, e ragionate idee dell' elettricismo medicale, che poi portarono tropp'oltre alcuni fisici; ed a lui parimente deesi la prima cognizione dell' analogia, che fra l' elettricità ed il fulmine si ritrova, che fece poi sì glorioso nome al Franklin. Pieno di fatti, e ben fornito di sperienze, e d' osservazioni s' accinse a stabilire un sistema, che abbracciasse tutti i fenomeni dell' elettricità, e colle due correnti d' elettricità *affluente*, ed *effluente* credè potere spiegare ogni cosa, e sciogliere le più inestricabili difficoltà. I fenomeni elettrici avevano fin allora eccitata soltanto la maraviglia, e tenevano stupefatti e sospesi gli animi de' filosofi, senza che ardisse nessuno di penetrare nella ricerca della cagione: il Nollet fu il primo, che s' inoltrasse a voler rendere intelligibili quegli arcani, e ricercasse fisicamente la ragione di ciò, che sembrava soltanto un mistero, e un portento della natura. Grande strepito mosse nelle scuole, e nelle accademie il sistema del Nollet; molti si dichiararono suoi partigiani, e cercarono nuove sperienze, e nuovi fatti per illustrarlo, e per rassodarlo, altri al contrario non lo trovavano assai sicuro, l' impugnavano con forti ragioni, inventavano nuove sperienze, opponevano fatti a fatti, nè lo lasciarono mai dominare con fermezza e stabilità; ma ad ogni modo l' elettricismo acquistò con quella teorìa sempre più nuovi lumi, e dovè al sistema del Nollet maggiori rischiarimenti. Strepitosi anche furono a' que' tempi i fenomeni medici, e i salutari effetti, che produce-

Effetti Medici dell' Elettricità.

va in molti l' elettricità, Paralisie, sciatiche, ed altri malori, che abbisognavano di moto e calore ne' fluidi, singolarmente delle parti offese, sentivano pronto, e notabile miglioramento coll' elettriche operazioni. Il Ialabert, il Sauvages, e il Veratti principalmente acquistarono in questa parte maggiore celebrità, e fecero con questo mezzo miracolose guarigioni. Queste cure però erano chiaramente coerenti colla teorìa dell' elettricità; non così quelle del Pivati, del Bianchi, e l' altri, che pretendevano far operare i medicamenti col solo metterli entro il globo, o tenerli in mano, senza il brigoso fastidio di doverli prender per bocca. Il Nollet si oppose a questi taumaturghi, ne volle prestare credenza a' loro nuovi miracoli dell' elettricità; altri parimente da varie parti si fecero contro a' medesimi; nè ha potuto finora questa pratica medica ottenere con nuovi fatti qualche maggiore probabilità.

Intanto che nell'Europa con tanto impegno, e per tante vie si studiava l'elettricismo, ne' paesi barbari, nelle oscure contrade dell' America settentrionale un uomo ritirato e studioso, un fisico non ancora conosciuto nella repubblica letteraria; l' ora tanto famoso, e rinomato Franklin, faceva forse egli solo più luminose scoperte che i più illustri fisici dell' europa, e più di tutti estendeva gloriosamente l' impero dell' elettricità (*a*). Egli fece toccare con mano l'at-

Franklin.

(*a*) *Oeuvres de Mr. Francklin* tom. I.

tività delle punte per far meglio risaltare gli effetti elettrici. Egli senza notizia alcuna dell' invenzione delloSmeaton nell'Inghilterra inventò contemporaneamente nell'America la batteria elettrica, e co' quadri di vetro impiombati, o stagnati, come usavansi in Inghilterra, produsse effetti maggiori, e portò più avanti l' elettriche teorie. Egli adoperò in tante guise il quadro magico inventato dal Kinnersley, e ne seppe ricavare tali effetti, che in qualche modo se lo fece suo proprio; ed or è più conosciuto col nome del Franklin, che con quello dello stesso Kinnersley suo inventore. Egli formò una ruota elettrica, un *pesce d' oro* elettrico, e mille altre novità elettriche; ed inventò tante nuove sperienze, variò, e migliorò in tante guise le già inventate, produsse tali effetti, e ne ricavò tali conseguenze, che si può dire, che creò in qualche modo una nuova elettricità. Con tante, e sì fondate cognizioni ardì il Franklin, come il Nollet, di lavorare un sistema, a cui si dovessero sottomettere tutti i fenomeni dell'elettricità; e non due sorti di elettricismo di differente natura, una *vitrea*, e l' altra *resinosa*, non due correnti d'elettricità *affluente*, ed *effluente*; ma il *più*, e il *meno* semplicemente, ch' ei chiamò *elettricità positiva*, e *negativa*; e l' equilibro cercato dalla natura nell' elettricità, come in tutte le altre cose, bastò al suo ingegno per ispiegare tutti quanti i misterj elettrici; e questo suo sistema fece bentosto abbandonare quello del Nollet, ed è stato quasi generalmente abbracciato dagli altri fi-

fici. Ma ciò, che ha resa più illustre la dottrina del Franklin, ed ha assicurata l'immortalità al suo nome, è stata la perfetta analogía da lui fermata, e assodata fra il fulmine e l'elettricità, e l'arte da lui trovata di chiamare, e condurre il fulmine a piacimento, e fargli tenere quelle vie, che il dotto fisico gli vorrà comandare. E mirabile, e sorprendente l'accuratezza, e finezza, con cui seguì egli minutamente tutte le circostanze del fulmine, e le trovò tutte pienamente conformi nell' elettricità; onde pareva potesse giustamente conchiudere, che v' ha fra il fluido elettrico, e la materia del fulmine una perfettissima somiglianza. Ma il Franklin non si contentò di provare con ragioni l'analogía, volle far toccare con mano l' identità, e mostrare co' fatti, che la materia del fulmine è realmente materia elettrica, e che il suo scoppio non è che un' operazione elettrica della natura. Con una cometa gettata all' aria nelle ore d' un temporale riceveva l' elettricità delle nuvole, e produceva le scintille, e tutti i segni, che coll' elettricismo artifiziale si sogliono ricavare. Egli aveva pensato di chiamare a sè la materia elettrica delle nuvole con una spranga di ferro collocata in sito opportuno per potervi eseguire tutte le sperienze con maggiore comodità, e riguardare così in tutti gli aspetti l' identità dell'elettricismo artifiziale, e del naturale. La sua idea fu per la prima volta eseguita felicemente nella Francia. Gli applausi fatti dal re di Francia alle sperienze del Franklin, pubblicate dal Collinson, ispirarono al Buffon,

al Dalibard, e al de Lor desiderio di verificarle le congetture di lui su l'analogia del fulmine, e dell' elettricità. A questo fine innalzò il Buffon nella sua torre di Monbart una spranga di ferro, e il Dalibard in una pianura di Marly la-Ville ne levò un'altra di 40 piedi, ch' è divenuta più celebre; perchè in questa per la prima volta, venendo il dì 10. di maggio 1752. un temporale, si videro vivissime scintille, si sentirono forti scosse, e si ebbero tutti i segni dell' elettricità. Nove giorni dipoi vidersi parimente scintille nella spranga del Buffon. Il de Lor n' innalzò un' altra simile, ed ebbe gli stessi effetti (*a*); ed altri poi più volte replicarono la stessa sperienza, sempre con uguale successo. In tale guisa venne pienamente decisa la immaginata analogìa, rimanendo gloriosamente trionfante il perspicace ingegno, e sodo giudizio del Franklin; e la sperienza di Marly fu la fortuna mediatrice, che unì l' elettricità atmosferica colla terrestre, e durerà in eterna memoria, e formerà illustre epoca ne' fasti dell' elettricità. Quando il Franklin fu padrone di volgere a suo piacimento l'elettricità delle nuvole, volle esaminare qual essa fosse, se positiva, ovver negativa; riguardò in varj aspetti l' elettricità delle nuvole e dell' aria, e nel vasto spazio dell' atmosfera aprì alle ricerche de' fisici un nuovo campo, che fu già nelle sue mani,

---

(*a*) *Lettr. de Mr. Franklin*, *Lettr. de l' Abbé Mazeas*, Dalibard *Acad. des Sc.* 1752.

e seguitò ad essere nelle altrui fertile d'interessanti scoperte e su la naturale, e su l'artifiziale elettricità. Tante memorabili invenzioni, tante strepitose novità non appagarono le filosofiche mire del genio del Franklin; volle egli rivolgere le sublimi sue cognizioni a benefizio dell' umanità, e salvare con esse le case, e le vite degli uomini dalle stragi del fulmine. A questo oggetto avendo trovato il modo di chiamare colla spranga il fulmine dalle nubi, disegnò anche di condurlo dove si dissipasse senza pericolo; ed unendo alla spranga fili metallici, che si portassero isolati a seppellirsi sotterra, formò di essi opportuni conduttori del fulmine, che senza lasciarlo scoppiare lo conducessero dirittamente in luoghi umidi, dove si disperdesse senz' altrui danno. All' analogìa del fulmine coll' elettricità aggiunse il Franklin anche quella dell' aurora boreale, della neve, e d' altre meteore. Ma noi non possiamo seguire distintamente ogni cosa, e conchiudìamo soltanto, che il Franklin colle nuove sue sperienze, e colla nuova teorìa, colla scoperta dell' elettricità atmosferica, e della sua identità colla terrestre presentò una dottrina affatto nuova su l'elettricità, e produsse una nuova e gloriosa epoca per la fisica.

La teorìa del Franklin dell' elettricità *positiva e negativa* venne comunemente abbracciata da' fisici (*a*); ma non fu intesa da tutti nel ve-

---

(*a*) Franklin Lett. II *Opin et conject. sur les propriétés* ec. *Quest. et répons.* ec.

in senso del suo autore, avendo molti voluto riconoscere due differenti elettricità, dove egli non ne propone che una, variando soltanto quella in *più*, o in *meno*, in maggiore o minore copia di quello che sia nello stato naturale, secondo la natura diversa de' corpi elettrici, che la ricevono. Su questa elettricità, e su la capacità de' corpi a riceverla nell' uno, o nell'altro modo non si avevano ancora le giuste cognizioni, e vi abbisognavano nuovi lumi. Credevano tutti, che la cera la resina ec. non potessero avere che l'elettricità *negativa*, e il vetro all' opposto l' avesse soltanto *positiva*; ma il Canton degno illustratore del Franklin provò con varie e replicate sperienze, che la cera può elettrizzarsi positivamente, e il vetro negativamente, che alterando la superficie del tubo, e del fregatore, si può produrre a piacimento elettricità positiva, o negativa, secondo che l' uno, o l' altro è più alterato pel fregamento, e che le apparenze d' elettricità positiva, o negativa dipendono dalla superficie de' corpi elettrici, e da quelle del fregatore (*a*); e questa materia trattata assai degnamente dal Canton ricevè ancora nuove sperienze, e nuovi lumi per opera del sopraccitato Wilson (*b*). Ma il Delaval propose un' altra teorìa su quelle differenze d' elettricità, volendo, che i corpi più n'abbiano dell' una, o dell' altra, secondo che più

Canton.

(*a*) *Phil. trans.* vol. XLVIII.
(*b*) Ivi vol. LI.

abbondino di terra, o di zolfo; e che le pietre, ed altre sostanze terrose possano per varj mezzi, principalmente pe' diversi gradi di calore, divenire elettrici di non elettrici ch' erano per l' avanti. Rispose al Delaval il Canton, e la calda disputa, che s' accese frà que' due fisici, produsse molte nuove sperienze, e scoprì nuove verità (a). Il Canton, sempre intento a promuovere la dottrina frankliniana, inventò un apparecchio portatile per rendere più agevole la dimostrazione de' suoi principj fondamentali, e poterne in ogni tempo fare a piacimento le convenienti sperienze (b) Oltre avere egli chiamato ad esame i corpi elettrici gli venne talento di riandare quelli, che si credevano conduttori, e come ritrovò tutti gli elettrici capaci d' elettricità sì positiva che negativa, così pure osservò, che tutti i corpi possono in qualche maniera divenire fino a un certo punto conduttori, e tutti eziandio possono all' apposto spogliarsi di questa proprietà. L' aria creduta incapace d' essere conduttrice divenne tale in qualche modo nelle mani del Canton; e colle sottili ed ingegnose sue sperienze fu costretta a ricevere per comunicazione qualche elettricità, e superare quella ripugnanza, che gli altri fisici le supponevano (c)

(a) *Phil. trans.* vol. LI, LII, ec.
(b) Franklin Lett. *Descript. d'un appareil portatif.* ec.
(c) Franklin Lett. *Exper. electr.* ec. *par Jean Canton*, *Phil. trans.* vol. XLVIII, ec.

L'atmosfera de' corpi elettrici era un punto, che rimaneva ancor da illustrare: e questa fu feconda al Canton di mille curiose sperienze, e di fenomeni inaspettati. Egli scoprì la legge de' corpi elettrici d' indurre un'elettricità contraria ne' corpi immersi nella loro atmosfera, o sia, che i corpi immersi nelle atmosfere elettriche d'altri corpi acquistano sempre un' elettricità contraria a quella de' corpi, nella cui atmosfera sono immersi (*a*). Ma questa proprietà dell'atmosfera, o de' corpi elettrici venne talmente rischiarata, e con tante sperienze, e tante osservazioni messa nel vero suo lume dal Wilke, e dall' Epino, che rimase a questi la maggior parte della lode di tale scoperta (*b*). Questi due fisici avevano in oltre altri meriti nella dottrina dell' elettricità. L'elettricità *spontanea*, o l'elettricità prodotta colla fusione de' corpi elettrici, svolta, e spiegata nella sua origine dal Wilke, fu un altro titolo della gloria del suo nome in queste materie, e sparse maggiori lumi su la teorìa frankliniana dell' elettricità positiva, e negativa (*c*). L' Epino nel formare una teorìa del magnetismo, e dell' elettricità, e nel riferire all'accademia di Pietroburgo la sperienza de' gesuiti della Cina, di cui poi parleremo, fece co' vetri, co' metalli, e con altri corpi nuove

Wilke, ed Epino.

(*a*) Ivi.
(*b*) Wilke Disp. phys. *De electricitatibus contrariis*; Æpinus *Tent. theor. electr. et magn.*
(*c*) Priestley *Hist. de l'Electr.* period. x. sez. XI.

sperienze di tale elettricità (*a*); e dalle scoperte del Wilke, e molto più da quelle dell' Epino vuole ripetere il Krafft l'origine dell' *elettroforo perpetuo*; invenzione tanto rinomata del Volta (*b*). Gran romore menarono nelle accademie, e nelle scuole fisiche le calze del Symmer, o sieno i curiosi fenomeni dell'elettricità di due calze di seta, bianca l' una, e l'altra nera, ch' egli credeva provenienti da due fluidi elettrici differenti essenzialmente l' uno dall'altro, e provati da lui con molti altri fatti, e con altre sperienze (*c*). Il trattato del Symmer tradotto in francese, ed accresciuto con varie aggiunte di nuove sperienze dal Nollet, rese più comuni questi nuovi fenomeni dell' elettricità, ed eccitò di più la curiosità de' filosofi (*d*). Alle sperienze del Symmer, e del Nollet n' aggiunse molt' altre il Cigna, fatte col vetro, e con altre materie, ma principalmente co' nastri di seta di varj colori; e i nastri del Cigna divennero non meno famosi che le calze del Symmer, e le une e gli altri fecero vedere quante nascoste verità può ricavare un uomo di genio dalle cose più semplici, e più triviali (*e*). In

Symmer.

(*a*) *Tentamen.* ec. *Exper. electr. Acad. Petr nov. comm.* tom. VII.

(*b*) Krafft *Acad. Petrop.* tom. XXII.

(*c*) *Phil. trans.* vol. LI.

(*d*) *Exper. et observ. nouv. concernant l'électricité, par Mr. Robert Symmer* ec.

(*e*) *Miscell. Taurin.* tom. III.

mezzo a tante sperienze, e tante scoperte, in tanto lume d'elettriche teorie comparve a giudice, sostenitore, e maestro dell' elettricità, il Beccarìa. La macchina, gli apparecchj, l'armatura, l'arte, e la maniera d'eseguire le sperienze, tutto ricevè da lui opportunissimi miglioramenti. Non v' è sperienza, ch'egli non abbia rifatta, variata in guise diverse, e ridotta a maggiore sicurezza, e precisione. Non fenomeno, che sia sfuggito alla penetrante sua vista; tutti, piccioli, o grandi che sieno, vengono da lui riguardati con occhio filosofico, e volti, e rivolti in tutti gli aspetti colla maggior attenzione. Non punto alcuno d' elettricismo, che non sia da lui esaminato, ed arricchito di qualche utile novità. I corpi isolanti, ed i corpi coibenti, le cariche, e le scariche, le atmosfere elettriche, e le loro proprietà, l'azione, e gli usi, la misura, i movimenti, le leggi, e tutto quanto appartiene all' elettricità è sembrato prendere nelle sue mani un nuovo aspetto; si sono avverati alcuni punti, altri corretti, rischiarati altri, ed ampliati, tutti sottoposti a pochi, e chiari principj, tutti messi nel vero lor lume, e ridotti alla dovuta stabilità (*a*). Con impegno forse maggiore entrò altresì ad illustrare l'elettricismo naturale (*b*). Con quanta cura, ed assiduità non passò egli i giorni contemplando, riguardando, e per così dire ta-

Beccarìa.

(*a*) *Elettric. artifiziale, e nat. Elettric. art.*
(*b*) Ivi, e *Dell' elettr. Lettere* ec.

mando, e pesando cogli occhi, e colle mani gli stati diversi dell'atmosfera? Con quale sottigliezza, e perspicacità non osservò a parte a parte la densità, il colore, e gli andamenti delle nuvole, e ne fece una minutissima anatomia? Con quale vigilanza non ispiò i movimenti tutti, e gli strani effetti del fulmine, dell'aurora boreale, del terremoto, e di tutte le meteore? Egli con somma sagacità, ed accortezza seppe levare il velo a tutti i fenomeni dell'aria, e del cielo turbato ed ingombro, superando in questa parte gli altri fisici, che avevano applicata l'elettricità alla spiegazione delle meteore, e pensò in oltre ad esaminare, ciò che nessuno aveva ancor fatto, l'elettricità dell'atmosfera quieta e serena (*a*), e potè in tutto con somma felicità e chiarezza dimostrare ogni circostanza, e qualunque menomo accidente come necessario effetto dell'elettricità naturale, e ridurre quindi tutte le leggi di questa a' principj medesimi dell'artifiziale. Allora può dirsi, che restò finalmente stabilita, e assodata la teoria dell'elettricismo del Franklin, la quale, proposta da quel grand'uomo, e sostenuta da molt'altri valenti fisici, sembrava, che aspettasse soltanto la sanzione del Beccaria per avere tutta la sua legittimità. Pareva già questa pienamente stabilita, e fermata, quando sorsero nuovi fenomeni a contrastarla. I gesuiti di Pekino applicando

(*a*) *Lett. al sig. March. di Cartone, e al sig. Cav. Pringle ec.*

una lastra di vetro elettrizzata presso alla lastra di vetro della bussola nautica, osservarono, che l'ago s'innalzava verso questa, rimanendovi attaccato due o tre ore, e poi si staccava, e ricadeva sul proprio suo luogo; ma al ritirare dalla bussola la prima lastra ritornava l'ago ad innalzarsi, e ricadeva poi subito, se di nuovo si rimetteva la detta lastra. Questo fenomeno, comunicato all'accademia di Pietroburgo da'gesuiti, e in essa al pubblico dall'Epino (*a*), eccitò la maraviglia di tutti i fisici. Il Symmer (*b*), il Cigna (*c*), e molt'altri fecero ne' vetri parecchie altre sperienze, e poi nelle calze, e ne'nastri di seta, e in altri corpi isolanti, e quasi tutti crederono di vedere in tali fenomeni un fatto troppo contrario alla teorìa frankliniana per poterla ancor sostenere: il Symmer istimò necessario formare due spezie diverse d'elettricità per poter combinare questi fenomeni cogli altri fin allor conosciuti; e il Cigna, sebbene pensò, che si potessero tutti spiegare colla sola elettricità frankliniana, non seppe nondimeno ritrovar il modo di superarne la difficoltà. Solo il Beccaria potè penetrare in questo mistero elettrico; trovò ne'corpi isolanti una nuova proprietà, per cui, se sieno congiunti, *riacquistano dal disgiungimento l'elettricità smarrita nel congiungimento*, e per dir così ri-

(*a*) *Acad. Petrop. Novi comm.* tom. VII.
(*b*) *Phil. trans.* an. 1759.
(*c*) *Misc. Taurin.* tom. III.

vendicano la perduta elettricità; e volle perciò dar ad essa il nome di *vindice*: la provò con mille fatti, e con diverse sperienze, e coll'aggiunta di questo principio da lui bene stabilito, e fissato trovò il modo di conciliare agevolmente tutti i fenomeni colla teorìa frankliniana, e mise in chiaro, e mostrò agli occhi de' fisici tutta l'orditura delle operazioni elettriche della natura, e dell'arte. A tante scoperte dell' elettricità naturale, e dell' artifiziale s'aggiunsero a quel tempo le novità elettriche della turmalina, che altri vogliono fosse conosciuta da Teofrasto, e da altri antichi col nome di *Lincurio*. Lemery mostrò una turmalina all' accademia delle Scienze (*a*), e ne fece vedere l' attrazione; ma restò nondimeno trascurata; e solo verso la metà di questo secolo divenne famosa per le sperienze del duca di Noya, e molto più per quelle d' Epino, pubblicate nell'accademia di Berlino (*b*). Le accrebbero poi maggiore celebrità la disputa tanto agitata fra l'Epino ed il Wilson, e le molte novità, che scoprì in essa il Canton, e ch' altri poi vi hanno sempre più ritrovato. Dee certamente recar maraviglia il vedere in sì poco tempo ridotta a tanto avanzamento la parte della fisica, che risguarda l'eleltricità, dacchè mentre le altre parti della medesima in tanti secoli di cultura in

Turmalina.

(*a*) *Hist. de l'Acad. des Sc.* an. 1717.
(*b*) *Acad. de Berlin.* an. 1756.

molte scuole non hanno fatto che pochi progressi, questa nata al principio del presente s' è veduta poco dopo della metà giunta quasi alla sua maturità; e dall'Hauksbeo fino al Beccarìa, anche col ritardo d' alcuni anni d'interrompimento, ha vantaggiato sì grandemente, che può sembrare d'aver già ottenuta la sua perfezione; pruova, che non raziociuj, e mere speculazioni, ma fatti, sperienze, ed osservazioni sono i mezzi per avanzare nella fisica, e che quelle parti più prospereranno, ed otterranno maggiori progressi, che maggiore uso faranno di tali mezzi, e più potranno ridursi a chiari fatti, ed a semplici e decisive sperienze, ed osservazioni.

Parafulmini Non fu non pertanto esaurita colle precedenti scoperte la scienza dell'elettricità, ma seguì ancora a dare materia a'fisici di molte interessanti ricerche nè furono oziose ed infruttuose le loro fatiche. I conduttori del fulmine erano stati bensì sino dal principio proposti dal Franklin, ma non vennero adoperati, e resi d' uso comune che alcuni anni dipoi. Lascio la storia della loro propagazione nell'America e nell' Europa, e in altre parti del Mondo; l' esame della loro migliore costruzione, le dispute su la figura delle spranghe, e le varie sperienze a questo fine ideate recarono molti lumi all' espansione, agli ostacoli, alla forza, agli effetti, a tutte le operazioni, ed alla dottrina tutta dell' elettricità, e ci darebbono ampia materia di storia, se poi potessimo seguire minutamente ogni cosa. Il Franklin propose le spranghe elevate e colla

punta come i migliori conduttori; e tutti da principio abbracciarono questo metodo. Ma il Wilson temè di chiamare il fulmine con dette spranghe, e stimò meglio di dargli soltanto facil passaggio con una sbarra di metallo piuttosto ottusa, e ritonda all' estremità (*a*). Rispose tosto il Beccarìa, e con molte sperienze fece chiaramente vedere vano essere il timore del Wilson dell'attrazione del fulmine, e convenire anzi, che in fabbriche alquanto ampie, per maggiore sicurezza, più sbarre e bene appuntate s' innalzino. Il Mahon ha dottamente sposti i principj dell' elettricità, appoggiati in gran parte a nuove sperienze; ed applicandoli opportunamente a' fulmini, ed a' loro conduttori, mette alla vista i vantaggj de' conduttori elevati, e appuntati, e conchiude, che „ il gran numero d' eccellenti osservazioni fatte in differenti „ paesi da' fisici di prima classe, come Franklin, Beccarìa, Wilke, Henly, le Roi, Achard, „ Nairne, Ingenhousz, ec. hanno pienamente convinti i migliori giudici in questa materia, che i conduttori deono sempre terminare in punta di metallo acutissima, e che „ ciò, ch' egli ha detto in quel suo trattato, „ contribuirà in qualche modo a stabilire più „ sodamente quest' importante verità (*b*) ". In-

Mahon.

(*a*) *Phil. trans.* vol. LIV.

(*b*) *Principes de l'eléctricité, avec une analyse des avant. super. des conducteurs éléves et pointus*. XIX. part., §. 527.

fatti il Cavallo (*a*), l'Adams (*b*), e quanti a mia notizia dopo il Mahon hanno scritto su questa materia, tutti hanno data indubitatamente la preferenza alle punte. Il Bertolon (*c*) riporta moltissimi esempi di parafulmini di varie maniere, che possono servire di storia di quelle fisiche operazioni, e de' miglioramenti, che vi si sono recati, e come tutti que' conduttori riguardano soltanto i fulmini discendenti dall' alto, egli ne propone uno suo, che possa preservare dai fulmine ascendente non meno che dal discendente (*d*). Nè di ciò contento presenta simili difese contra le stragi de' terremoti, e de' volcani, e propone di fabbricare paraterremoti, e paravolcani, come si fanno con tanto vantaggio i parafulmini (*e*). Non è del nostro proposito l' esaminare il merito, o le difficoltà, che possono incontrare queste idee del Bertolon, che non so che sieno state finora ridotte ad opera con visibile effetto; ma sarebbe da desiderare, che si studiassero i fisici di rendere più universali tali invenzioni; cercare nell' elettricismo i preservativi contro i danni recatici dalle meteore, derivati dalla stessa elettricità, e liberarci dalla grandine, dal terremoto,

Bertolon.

(*a*) *Tratt. compl. d'elettric.* cap. IX.
(*b*) *An essay on electr.* ec. cap. IX.
(*c*) *De l'électr. des méteores* sec. part., I sez, cap V.
(*d*) Cap. VI.
(*e*) Ivi sez. II, cap. IV.

e da altri mali, come ci hanno difesi da'fulmini, e rendere così l'uomo domatore degli elementi, regolatore della natura, padrone dell'universo. Nè solo un preservativo contro i fulmini e le meteore trovarono i fisici nell'elettricità, ma un rimedio eziandìo contra varj malori de'corpi umani recati dalla natura. Le cure elettriche di sopra accennate eccitarono l'attenzione de'fisici e de' medici; ma l' incertezza dell' esito, che non sempre riuscì uguale, e l'abborrimento della novità, che sempre ha molta forza, teneva dubbiosi, e sospesi parecchj medici, e molti disprezzavano la vantata efficacia dell'elettricità. S'è poi veduta adoperata dall' Haen (a), dal Gardane (b), dal Mauduit (c), da altri infiniti, ed ormai non resta più dubbio su la sua virtù, ma solo su la sorte di malattie diverse, a cui si deggia applicare. Il Vivenzio ha scritta un'*Istoria dell'elettricità medica*, alla quale sarebbe molto da aggiungere, ma che pur basta a far conoscere la forza dell'elettricità in varj morbi, e l'uso, che molti medici n' hanno fatto. A vista di questi effetti ci ha dato recentemente il Bertolon un pieno trattato in due volumi dell' elettricità del corpo umano in tutti gli stati di salute, e di malattia, e dà assai distinta notizia delle varie classi di malattie, che hanno ottenuto da' dotti medici notabi-

Confermazione delle cure mediche dell'elettricità.

Elettricità animale.

(a) *Ratio med.*
(b) *Conject. sur l'électr. médic.*
(c) *Soc. roy. de Medecine* tom. II. ec.

le giovamento col mezzo dell'elettricità, e de' diversi metodi, con cui si dee applicare (*a*). Promotore zelante dell' elettricità volle il medesimo Bertolon ampliare il suo dominio, e dal regno animale lo distese anche al vegetabile; provò l'influenza dell'elettricità atmosferica su'terreni, e su le piante, e per la loro nascita e vegetazione, e per la produzione de' loro fiori, e de' loro frutti, e per tutte le loro proprietà, e propose anche i mezzi di rimediare al difetto, od all' eccesso dell'elettricità nelle piante, e di ricavare dall'elettricismo il vantaggio possibile per l' agricoltura (*b*). Nè di ciò contento pensa anche a sviluppare l' elettricità de' minerali, e darci un trattato compiuto dell' elettricità applicata a'tre regni della natura (*c*). Le ricerche del Bertolon non sono portate a quella profondità e perfezione, che l'importanza della materia richiede, e sarebbe da desiderare, che gl' ingegnosi e sagaci fisici in vece di tante sottili e minute indagini, in cui alle volte s' impegnano con troppo ardore, si rivolgessero a queste più pratiche, e più interessanti, che allo splendore delle grandiose verità uniscono il merito della pubblica utilità. Alle molte scopette elettriche, di cui finora abbiamo discorso, si potranno aggiungere le osservazioni su

Vegetabile.

(*a*) *De l'électr. ou corps humain dans l'état de santé et de maladie.*

(*b*) *De l'électr. des végetaux* ec.

(*c*) Ivi Pref.

la torpedine, e su *l'anguilla tremante*, che hanno accresciute le nostre cognizioni intorno all'elettricità. Al toccare la torpedine sentivasi una commozione simile alla prodotta dalla boccia di Leida; ma non si pensava di riguardarla com' effetto dell' elettricità. L'Adanson nel 1751 trovandosi nel Senegal, dove sono certe anguille, che chiamansi *tremanti*, e che producono la medesima percossa che la torpedine, ne fece varie sperienze, e dietro a queste si conchiuse da' fisici essere elettrica tale commozione, ed elettrici i pesci, che la cagionano. Nuove sperienze fece nel 1757 in altra simile anguilla lo 'sGravesande, governatore d' Esequebo nel Surinam a richiesta dell'Alamam, e trovò i medesimi effetti, anzi più vivi e gagliardi che nella boccia di Leida. Il Perrerio nella *Storia della Francia equinoziale*, e il Fermino nella *Descrizione del Surinam* parlano di quelle anguille, e di quegli effetti, ma solo su gli altrui racconti, senza potervi dare maggior peso d' autorità. Il Vanderlot chirurgo della Guiana pubblicò nel 1761 un'operetta su l'anguilla tremante di quella colonia, senza però aver egli per se stesso esaminati parecchj de' fenomeni, che descrive. Su queste fece poco di poi molte e varie sperienze il medico Bajon, e conchiuse, ch' esse dimostrano perfettamente l' elettricita di detta anguilla, sebbene soggiunga, che non vi si ha mai potuto scorgere nè scintilla, nè attrazione (a) Dopo qualche anno l' inglese Walsh vol-

Elettricità della torpedine, e dell' anguilla tremante.

(a) *Opusc. di Milano* vol. v.

le farsi venire dall'America alcune di queste anguille per eseguire a suo agio le ideate sperienze, e con molte premure, e molte spese potè finalmente averne cinque, delle quali quattro, peritane una, si mantennero vive e vigorose per subire ogni sorta di sperimenti. Allora gli riuscí di far vedere in tutte quattro le scintille elettriche, ma solo essendo il pesce nell'aria, non mai nell' acqua, ed interrotto il conduttore, che comunica colla parte superiore ed inferiore dell'animale (*a*). Questo pareva, che dovesse convincere i fisici dall'identità della scossa elettrica, e di quella della torpedine e dell' anguilla; nondimeno il Termeyer pubblicò certe sue sperienze, che aveva fatte nelle anguille del fiume *Saladillo* dal 1766 fino al 1768, le quali possono indurne qualche dubbio; mentre, paragonati i fenomeni della macchina elettrica con que' dell'anguilla, trovava mancare in questa molti fenomeni di quella, e nella scossa stessa, che sembrava esser l' unica pruova di tale medesimezza, osservava notabili differenze. E sebbene l'aver egli fatte le sue sperienze prima d' avere notizia di quelle del Walsh, gli levò il merito di verificare le scintille nelle circostanze provate da quell' inglese, ei nondimeno crede, che avrebbe pur dovuto vederle in molt' altre circostanze delle sue sperienze, se vi fosse nel pesce un fluido elettrico, che produces-

(*a*) Ivi vol. XXVI.

se tali fenomeni (*a*). Sembra non pertanto, che possano credersi elettrici i fenomeni di quelle anguille, e della torpedine; ma d'un'elettricità, che dovrà risguardarsi sotto altri aspetti di que' che presenta la macchina elettrica. Il Walsh aveva parimente osservato, che la scossa della torpedine sembra molto diversa da quella della boccia di Leida, da quella altresì dell'anguilla; e la novità de' fenomeni elettrici di questi pesci, e di que' della turmalina ci può avvertire di quant' altri ne potremmo ritrovare in tant' altri corpi, se tutti li volessimo sottomettere ad un diligente esame.

Alcuni stromenti elettrici.

Quanto più s'avanza nella fisica sperimentale, più si conosce il bisogno di arrecare maggiore precisione nell' esame, e nella misura degli effetti, di cui si cercano le cagioni. Com'è estremamente raro, che non ne concorrano molte ad un fenomeno, per quanto sembri semplice a prima vista, così è d'estrema importanza l'avere mezzi di discernere le più picciole differenze, per le quali unicamente può alle volte l'industria de' fisici pervenire a svelare i secreti della natura. Questo motivo determinò il d'Arcy, ed il le Roi a ricercare un mezzo di misurare la forza dell elettricità per quella d'alcuni de' suoi effetti; ed inventarono l'*eletrometro*, de' cui principj espose il d'Arcy le fisiche ragioni (*b*). Ma avanzando sempre più le co-

---

(*a*) *Esper. e riflessioni ec. Raccolta ferrarese d' Opusc.* ec. tom. VIII.

(*b*) *Acad. des Sc.* 1749.

gnizioni dell'elettricità, nasceva il bisogno di maggiore finezza nella misura de' suoi effetti; e il Cavallo ha poi inventato un elettroscopio portatile (*a*); il Saussure gli ha arrecato nuovi miglioramenti (*b*); e il Volta l'ha condotto a maggiore perfezione, e ne ha fatto opportuno uso (*c*). Il Beccaria, sempre intento a meglio conoscere le operazioni dell'elettricismo naturale, ha proposto uno *ceraunografo*, o uno stromento, che posto in un osservatorio appresenti descritte le porzioni de' fulmini ad esso osservatorio scompartite, segni il lor numero, il loro tempo, la forza, e la direzione (*d*); ed un occhialetto elettrico per ispiare la luce nella scossa della torpedine (*e*). Nuovo *eccitatore*, nuovo *matraccio*, nuovo *permeometro*, e nuovo *elettrometro* si ha voluto fabbricare il Marat; e spera col suo metodo della camera oscura di ritrovare un mezzo per rendere in qualche modo visibile il fluido elettrico (*f*). Nuove forme per la macchina inventarono il Ramsden, il le Roi, ed altri. Ma lasciando molt'altri stromenti elettrici, che la sottigliezza de' moderni fisici ha saputo inventare, l'*elettroforo perpetuo* del Volta chiama a se la nostra attenzione per

Elettroforo perpetuo.

(*a*) *Phil. trans.* vol. LXX.
(*b*) *Voy. dans les Alpes* tom. II, cap. XXVIII.
(*c*) *Meteor elettr.*, *Bibl. fisica d'Europa* tom. I.
(*d*) *Di un Ceraunografo* ec.
(*e*) *Opusc. di Milano* vol. XIX.
(*f*) *Rech. phys. sur l'électricité*.

l'universale sua celebrità. Il Volta, inteso ardentemente allo studio dell' elettricismo, in cui si è fatto illustre nome, quando occupavasi singolarmente in quella parte, che all' *elettricità vindice* s'aspetta, venne in pensiero (*a*), che l' elettricità delle lastre non s' estinguesse interamente per la scarica, come credeva il Beccarìa, e poi trovò un corpo, che una sola volta elettrizzato non perda più la sua elettricità, o sia una *lastra isolante* vestita, e spogliata a vicenda della sua armatura, la quale conserva ostinatamente la forza vivace de' segni elettrici a dispetto di toccamenti senza fine; onde potè aggiungere all' *elettricità vindice* il nome d' *indeficiente*, e formò così il suo *elettroforo perpetuo*, il quale e durevolezza, e facilità, e forza, e mille altri singolari comodi contiene, ch' egli dottamente descrive al Priestley (*b*). Gran romore menò in tutta l' Europa l'invenzione del Volta; e i suoi effetti singolari ed inaspettati, come dice l'Achard (*c*), chiamarono molto l' attenzione de' fisici. Si mise tosto lo stesso Achard a farne uso, e con replicate sperienze formarne la teorìa; e diede infatti una descrizione dell' elettroforo all' accademia di Berlino, e ne spose la sua teorìa ricavata dalle sperienze (*d*). Giunse a Pietroburgo la notizia di tale stromento, e quella illuminata e generosa imperatrice ne

---

(*a*) *De vi attractiva ignis electrici* ec.
(*b*) *Opuscoli di Milano* vol. IX. e X.
(*c*) *Acad. de Ber.* tom. XXXII.
(*d*) Ivi.

fece fabbricare uno dal Kulibin, macchinista russo, di nove piedi di lunghezza, e quattro e mezzo di larghezza, nel quale la grandezza degli effetti corrispose alla vastità della macchina; e il Krafft presentò tosto all' accademia le sue ricerche su l' origine di quell' elettroforo, ch' ei prende dalle scoperte del Wilke, e dell' Epino, e la sua teorìa su le cagioni de' sorprendenti suoi effetti (a) L' Ingenhousz (b), il Jacquet (c), ed altri parecchj scrissero molto su questo stromento: tutti i fisici elettricisti lo vollero adoperare, tutti i gabinetti di fisica procurarono di arricchirsi di questa nuova ed utile curiosità; e l' elettroforo del Volta è stato in brevissimo tempo di non poco vantaggio alla fisica, e di somma celebrità al suo autore. Ma questi ha in oltre molt' altri meriti nell' illustrazione dell' elettricità. L' elettricità vindice ha preso nelle sue mani un nuovo aspetto co' rischiarimenti, ch' ei vi ha apportati, e colle novità, che ha scoperte (d) Egli ha fatte nuove osservazioni su la capacità de' conduttori elettrici, ed ha mostrata la novità di produrre anche un semplice conduttore una scossa eguale a

(a) *Acad. Petrop. Novi Comment* tom. XXII.
(b) *Nuov. et exper., observ. sur divers objets de physique*, II Mém. ec. *Addition à la téorie de l' électr*
(c) *Lettre* ec. *sur l' electrophore perpetuel.*
(d) *De vi attractiva* ec. *Lett. al Sig. Priestley*, e *al Sig. Klinkosch*; *Opusc. di Milano* vol. IX, X, XX, al.

quella della boccia di Leida (*a*). Egli ha penetrato nell' esame dell' elettriche atmosfere; ed all' azione, e al gioco delle medesime riduce la maggior parte de' fenomeni dell' elettricità (*b*) Egli ci dà presentemente la sua metorologìa, nella quale tutto deriva dall' elettricismo (*c*). Egli in somma è uno de' fisici, che più hanno giovato alla propagazione, e al rischiarimento di questo nuovo soggetto della fisica, di questo nuovo agente della natura. Nè è solo il Volta il dotto fisico, che s'impieghi presentemente nell' avanzamento dell' elettricismo. Quanto non ha lavorato l' Achard per fissare la celerità, con cui i corpi di differenti figure si caricano del fluido elettrico, e per trovare la relazione fra la quantità, ch' essi n' assorbiscono, e la distanza, in cui sono, e d' un corpo elettrizzato (*d*)! Quanto per mettere in miglior lume, che la superficie più che la massa influisce nel caricare di materia elettrica i corpi della stessa natura, ma di differente massa (*e*)! Non basta al Priestley l' avere sposta sì dottamente tutta la storia dell' elettricità; egli stesso ha voluto essere soggetto di quella storia; il creatore d' una nuova aerologìa ha ambito la gloria di essere promotore dell' elettricità, e cogli anelli, o cerchj contenenti i colori del prisma formati dalle splo-

Achard, *Priestley*.

(*a*) *Opusc. di Milano* tom. I. in 4to.
(*b*) Ivi.
(*c*) *Bibl. fisica d' Europa*.
(*d*) *Acad. de Berl.* tom. XXXIII.
(*e*) Ivi tom. XXXVI.

sioni elettriche su la superficie de' metalli, e colle congetture intorno all' identità della materia elettrica, e del flogisto, e con molt' altre nuove ricerche ha arricchito l' elettricismo di nuove, curiose verità (*a*). Il van Swinden, non contento d' essere riconosciuto per padrone del magnetismo, è anche entrato ne' campi dell'elettricità per l' analogìa, che passa fra l'uno e l'altra, ed ha rilevate di questa alcune nuove e curiose proprietà (*b*). Il Brisson, e il Cadet hanno con varie sperienze esaminata l' azione del fluido elettrico su le calci metalliche (*c*). Il Marat ha fatte nuove ricerche su l' elettricità, e vuole su quasi tutti i punti fissare nuovi principj (*d*). Il Barletti ha apportati nuovi lumi alla teorìa delle punte elettriche, e nuove cognizioni ha spiegate su varj altri rami dell' elettricità (*e*). Il de Luc (*f*) il Cavallo (*g*), l' Adans (*h*), ed altri infiniti hanno illustrato, e tuttora seguitano ad illustrare con nuove sperienze, e nuovi mezzi diverse parti dell' elettricità. Ma noi non possiamo seguire partitamente ogni cosa; neppure abbiam luogo di nomi-

Van Swinden, e altri.

(*a*) *Opuscoli di Milano* viII, xI, al.
(*b*) *Recueil de Mém. sur l' anal. de l' éléctric., et du magnet.* vol iI.
(*c*) *Acad. des Sc.* an. 1775.
(*d*) *Rech. phys. sur l' éléctricité.*
(*e*) *Memor. della Società Ital.* tom. I. iI. ec.
(*f*) *Idees sur la météorologie.*
(*g*) *Tratt. compl. d' elettr. con. isper. originali*
(*h*) *An essay on electricity* ec.

pare distintamente i più benemeriti, e chiari autori di questa parte della fisica sì vasta, e sì interessante; e ci fermiamo soltanto a pregarli di non contentarsi delle ricerche già fatte, ma d'inoltrarsi ad ulteriori investigazioni, che dovranno ancora riuscire utili non meno che dilettevoli. Le novità elettriche, che hanno mostrate in questi anni la turmalina, e l'anguilla tremante, possono incoraggire i fisici ad esaminare attentamente altri corpi elettrici de' tre regni della natura, colla fondata speranza di ritrovarvi altre curiose proprietà. Che se tante varietà elettriche si sono scoperte ne' corpi *idioelettrici*, nel vetro, nella resina, nella turmalina, nella torpedine, e in altri, perchè non potrà sperarsi di ritrovarne parimente molt'altre negli *anelettrici*, o ne' conduttori diversi, se si metteranno convenientemente alle pruove? La luce elettrica ha abbagliato con ragione tutti i fisici; ma da nessuno è stata ancor ben veduta co' convenienti riguardi. Quante novità non si possono anche trovare nelle attrazioni diverse secondo i diversi attraenti, e i diversi attratti? La differenza nella scossa della boccia di Leida, dell'anguilla tremante, e della torpedine mostra quanto resti ancora da studiare in questo sì sensibile effetto dell'elettricità. Quante analogie non si potranno altresì rinvenire fra l'elettricità, ed altre materie, come se ne sono trovate della medesima colla calamita, co' fosfori, e con tant'altri corpi naturali? L'elettricità si vede già influire nell'atmosfera, negli animali, e ne' vegetabili; essa diverrà forse l'anima dell'universo, e da lei vedrannosi derivare tutte le

operazioni della natura. Ma noi corriamo dietro a liete speranze, senza riflettere, che abusiamo della sofferenza de' leggitori trattenendoli sì lungamente. Lasciamo dunque molt' altre materie, che pur non sarebbono estranee a questo Capo, e basti il detto fin quà per formare una qualche idea de' progressi, e dello stato attuale della fisica particolare.

Conclusione. Noi vediamo, che dal principio del passato secolo si può prendere l' origine di quasi tutte le parti della fisica, e che in pochi anni d' osservazioni e di sperienze si sono fatti in essa più avanzamenti che in tanti secoli di raziocinj, e d' immaginazioni. La fisica, come la storia, s' alimenta di fatti, non di parole; osservazione, esperienza, geometrìa, e chimica sono i mezzi, co' quali ha fatti i rapidi progressi, di cui finora abbiamo parlato. E se talvolta adopera una illuminata e timida congettura, che può condurla a vere scoperte; se talor giovasi d' uno spirito d' analogìa, il cui savio ardire prevede i fatti avanti che glieli mostri la natura; non vuole però mai farne che sobriissimo uso. L' osservazione è l' anima della fisica, la quale non è che la scienza delle operazioni della natura. L' esperienza viene in ajuto dell' osservazione; e qualor la natura presenta all' osservatore i fatti oscuri, complicati, e confusi, gli smaschera, e spiega l'esperienza, e li rende chiari e visibili. La chimica divide, e riunisce gli elementi, e dà a conoscere gli effetti de' corpi, che si presentano all' osservazione, nelle qualità de' loro componenti, che fa vedere. Per determinare la misura, e quantità degli effetti, per

ben paragonare ed analizzare i fatti, che scopre l' osservazione, fa d' uopo al fisico del soccorso della geometria. Forse talvolta ha questa troppo dominato nella fisica, e volendo vanamente far pompa del suo calcolo, con lunghe e penose operazioni, con difficile e fastidioso lavoro non è giunta che a risultati smentiti dalla natura. Forse al presente si fa troppo uso di chimica, e a forza di continue decomposizioni, e chimiche risoluzioni si perde di vista la vera natura, nè vedesi che una natura fittizia, quale non è realmente in sè stessa, e nelle sue fisiche operazioni. Forse il troppo amore delle sperienze fa abbandonare la semplice osservazione; e in vece di studiare la natura nella sua schiettezza e purità, non si consulta che nelle circostanze, in cui la vogliamo noi mettere, onde la giustezza delle sue risposte viene talor alterata pe' cangiamenti, che le abbiam fatto prendere. Noi abbandoniamo a' dotti lettori mille e mille riflessioni, che si presentano su questi punti: questa è la logica d' un sagace ed accorto fisico, saper fare il debito uso de' sopraddetti mezzi, e schivarne gli abusi; saper interrogare convenientemente la natura, e interpetrare con giustezza e fedeltà le sue risposte. Così potrà coltivare con molto profitto la sua scienza, e farle produrre più e più scoperte. La fisica è ancor molto indietro; e per quanto sieno lodevoli i progressi finora fatti, a vista de' campi immensi, che le rimangono da scorrere, si può tuttora considerare come al principio del suo corso. Se l' elettricità, e il

magnetismo, che pur sembrano le parti più conosciute, e svelate, hanno ancor esse assai più che scoprire di quello che si è scoperto; se dopo tante osservazioni, e tante opinioni, e congetture de' fisici è sì poco ciò che sappiamo accertatamente delle meteore, e tanto più ciò che mancaci da sapere, che dovremo pensare di tanti altri punti, dove non si è ancora portata la fiaccola della fisica? Se l'agghiacciamento, se l'ebollizione, se altri fenomeni ovvii e triviali hanno dato a' fisici materia a tante scoperte, perchè non sperare altrettanto dell' inumidimento, e del diseccamento, della putrefazione, e di tanti altri fenomeni non men comuni, se avranno la sorte d'incontrare un benefico fisico, che co' dovuti mezzi li prenda a rischiarare? Non sono ancor quasi intatte la durezza, elasticità, mollezza, fluidità, e quasi tutte le proprietà, ed affezioni generali e particolari de' corpi, che offrono infinite scoperte di nuove ed utili verità, a chi con sottile e fisica mano voglia trattarle? Ma non troveremo mai fine a questo già troppo lungo capo, se vorremo accennare soltanto gl' infiniti punti, che restano alla fisica da illustrare. Noi ci rimettiamo allo zelo, all' attività, ed industria de' nostri fisici, e conchiudiamo con Seneca (a): *Multum adhuc restat operis, multumque restabit; nec ulli nato post mille secula precludetur occasio aliquid adhuc adijciendi*.

Fine del Tomo Duodecimo.

(a) Epist. LXIV.

INDICE

DEI CAPITOLI

Del Tomo Duodecimo

LIBRO II.

Della Fisica Pag. 3

CAPITOLO I.

Della Fisica generale 5
Origine della fisica ivi
Scuole greche 6
Fisici antichi 7
Merito della fisica greca 9
Difetti della fisica greca 10
Oscurità delle ricerche. 11
Spirito di partito delle diverse sette 16
Setta jonica ivi
Italica 17
Eleatica 18
Eraclito ivi
Democrito ivi
Aristotele ivi
Stoici 20
Epicurei 21
Altre sette 23
Romani ivi
Nigidio Fi[illegible] 24

Lucrezio 24
Seneca ivi
Arabi 25
Scolastici 26
Bacone 27
Galileo 28
Altri fisici italiani 30
Gassendo 31
Cartesio ivi
Accademia del Cimento 35
Pascal 37
Rohault ivi
Guericke ivi
Boile 38
Altri fisici 39
Stromenti della fisica ivi
Termometro 40
Barometro 43
Igrometro 47
Macchina pneumatica 48
Uso de' sistemi 51
Nevvton ivi
Leibnizio 53
Wolfio ivi
Boschovich ivi
Difficoltà d' introdursi nelle scuole la fisica nevvtoniana. 55
Primi introduttori di essa Keill. 57
Hauksbeo ivi
Maclaurin ivi
Desaguliers 58
Maupertuis ivi
Desaguliers 59

'sGravesande 60
Muscrembroek 62
Nollet 64
Matematici illustratori della fisica 66
Mairan 67
Stato presente della fisica 70

CAPITOLO II.

Della fisica particolare 73
Fisica degli antichi ivi
Democrito 74
Aristotele 75
Epicuro ivi
Seneca 76
Fisici moderni 77
Dell' aria 78
Gravità, ed elasticità dell'aria riconosciuta dagli antichi. 79
Perchè negata dagli scolastici ivi
Conosciuta più giustamente da' moderni 81
Gravità dell' aria paragonata con quella dell' acqua ivi
Sua pressione 82
Barometro 83
Emisferj magdeburghesi 87
Elasticità dell' aria 88
Sua dilatabilità 90
Condensabilità 91
Fenomeni di questa elasticità 92
Fisici illustratori dell' aria Boile 93
Mariotte. 94
Amontons 95

Applicazione del barometro alla misura de' monti e dell' atmosfera 98
Proporzione dell' abbassamento del Mercurio coll' altezza de' monti 99
Difficoltà di determinare l' altezza dell' atmosfera 101
Figura dell' atmosfera 103
Flusso e riflusso dell' atmosfera 104
Arie fattizie. 105
Scrittori di tali arie 106
Ales ivi
Priestley 108
Aria fissa 109
Aria infiammabile 111
Globi aereostatici 113
Altre arie 115
Del fuoco 118
Gravità dell' aria negata dagli antichi 122
Riconosciuta dai moderni ivi
Sfera del fuoco 124
Fuoco centrale ivi
Virtù espansiva del fuoco 126
Pirometro 127
Differenza fra la luce e il calore 128
Fosfori 130
Piroforo 133
Influenza della luce su' corpi naturali 134
Calore 135
Macchina di fuoco 137
Specchi ustorj 138
Flogisto 141
Acqua 143
Elasticità dell' acqua 145

Fluidità 147
Forze dell' acqua 149
Forze de' vapori 150
Peso dell' acqua 151
Evaporazione 152
Ebollizione 155
Nollet 156
Achard 159
Congelazione 160
Accademici fiorentini ivi
Mairan 162
Ales e Nollet 164
Origine delle fontane 166
Cartesio ivi
La Hire 167
Mariotte ivi
Allejo 168
Vallisnieri ivi
Salsedine dell' acqua del mare 169
Operazioni varie per levare la salsedine dall' acqua del mare 171
Ales 173
Poissonnier, ed altri. ivi
Flusso riflusso 175
Studio meteorologico degli antichi. ivi
Economici 176
Medici ivi
Religiosi ivi
Fisici 177
Prognostici 178
Studj meteorologici de' bassi tempi. 182
Studj meteorologici de' moderni ivi
Instrumenti fisici ivi

Francesi coltivatori della meteorologìa 183
Inglesi 186
Altri ivi
Aurora boreale. 187
Osservazioni degli antichi ivi
Del Gassendo, e d' altri posteriori 188
Opinioni de' fisici 189
Del Mairan ivi
Dell' Eulero 191
Rugiada 192
Opinione del Gersten ivi
Del Muschembroek 193
Del du Fai 195
Del le Roi 196
Venti 197
Teorìa del Mariotte ivi
Dell' Allejo 198
Del Muschembroek 199
Magnetologìa 204
Antichi conoscitori di alcune proprietà della calamita ivi
Trascuratezza degli antichi nel fare osservazioni 206
Scoperta della direzione polare 207
Ricevuta dagli antichi ivi
Derivazione di questa scoperta dalla dottrina degli antichi 209
Il Gioja creduto autore di tale invenzione. 210
Pelerin 211
Declinazione dell' ago calamitato 213
Primo suo inventore ivi
Inclinazione dell' ago calamitato 215
Illustratori del magnetismo 216

Cardano 216
Porta ivi
Gilberto 217
Galileo 218
Cabeo 219
Kircher ivi
Accademia del Cimento 221
Accademici di Londra, e di Parigi ivi
Allejo 222
Dellisle 224
Declinazione dell' ago 226
Muschembroek 227
Miglioramenti della bussola 228
Compasso di variazione ivi
Calamite artifiziali 229
Knight ivi
Duhamel 231
Antheaume, ed altri ivi
Van Svviden 233
Variazioni dell' ago 235
Elettrologia 237
Gilberto ivi
Cabeo 238
Cartesio ivi
Guericke 239
Nevvton ivi
Hauksbeo 240
Grey ivi
Du Fai 241
Boccia di Leida 242
Muschembroek, ed altri ivi
Nollet 245
Effetti medici dell' elettricità 246

Franklin	247
Canton	252
Wilke, ed Epino	254
Symmer	255
Beccaria	256
Turmaline	259
Parafulmini	260
Mahon	261
Bertolon	262
Confermazione delle cure mediche dell' elettricità	263
Elettricità animale	*ivi*
Vegetabile	264
Elettricità della torpedine, e dell' anguilla tremante	265
Alcuni stromenti elettrici	267
Elettroforo perpetuo	268
Achard	271
Priestley	*ivi*
Van Swinden, e altri	272
Conclusione	274